الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم تعويضات الأسنان الثابتة

مقارنة الانطباق الحفافي لتيجان الزركونيوم المصنعة بواسطة الكمبيوتر CAD/CAM والمصنعة بآلية النسخ اليدوي.

(دراسة مخبرية)

A Comparative study of marginal fit of zirconium crown made by CAD/CAM technique and manual technique.

(In vitro study)

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير

في علوم طب الأسنان في اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد الباحث الدكتور

أحمد عبد الرحمن المقداد

إشراف الأستاذ الدكتور

عمـــر العـــــادل

رئيس قسم التعويضات الثابتة

1431هـ/2010 م

بسم الله الرَّحمن الرَّحيم

﴿ وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْماً ﴾

صدق الله العظيم

الإهداء

إلى كل الذين أحبهم

• • • • • • • • • • • • •

• • • • • • •

• • •

•

أحمــد المقــداد

كلمة شكر

اليوم وأنا على مشارف نيل شهادة علمية رفيعة لايسعني إلا أن أتوجه بالشكر والامتنان للمصابيح التي أنارت لي طريق النجاح والتفوق

وأخصّ بالذكر أستاذي المشرف **الأستاذ الدكتور عمر العادل**، رئيس قسم التّعويضات الثابتة في كليّة طب الأسنان بجامعة دمشق؛ الذي أرسى دعائم علم التيجان والجسور من خلال مسيرة العطاء الطويلة ،والّذي ساعدني على إنجاز هذا البحث بما قدّمه من نصائح وإرشاداتٍ وتشجيع، فقد أعطاني من علمه ووقته الشّيء الكثير، وساعدني على تجاوز الصعاب، فكان مدرسة من العطاء و منارة للعلم وقدوة للتفوق والتميز والنجاح والابداع فاستحق الحب والإجلال من الجميع .

والشكر كل الشكر لأستاذي الأول **الأستاذ الدكتور ناصر بهرلي** ،رئيس قسم التعويضات الثابتة في كلية طب الأسنان بجامعة تشرين ،الذي تفضل بقبول المشاركة في لجنة الحكم وتكبده عناء ومشقة السفر تشجيعا للعلم والبحث العلمي والذي ساعدني على تجاوز كل العقبات منذ أن كنت طالبا وحتى الآن والذي لم يبخل علي بعلمه الغزير ونصائحه القيمة وتوجيهاته الحكيمة فكان بحق أخا وأستاذا وصديقا ومعلما لاأنسى فضله ما حييت .

وأتوجّه بالشّكر إلى **الأستاذ الدكتور إياد سويد**، الأستاذ في قسم التّيجان والجسور في كليّة طب الأسنان بجامعة دمشق،الذي تكرم بقبول المشاركة في لجنة الحكم والذي كان لي خير ناصح وموجه في كثير من الأمور والّذي أحمل فضله في فكري و قلبي، فله منّي كل الاحترام والتّقدير.

وأتوجه بالشّكر والاحترام والتّقدير للأستاذ القدير الدكتور **فندي الشعراني**.

وأتقدّم بالشكر الجزيل للأستاذ **عبدالرحمن نجيب** الذي ساعدني في إنجاز الدراسة الإحصائية للبحث بكل دقة وإتقان. كما أشكر جميع أساتذتي وزملائي في قسم التّيجان والجسور الذين لم يبخلوا بتقديم المساعدة والدعم لإنجاز هذا العمل وخصوصا الدكتور نشأت مناديلي .

ولا يسعني إلا أن أتوجه بالشكر والتقدير لإدارة كلية طب الأسنان في جامعة دمشق لما قدمته من تسهيلاتٍ ومساعداتٍ من أجل إنجاز هذا البحث، وأخصّ بالشّكر والتقدير:

الأستاذ الدكتور **محمد يوسف** عميد كلية طب الأسنان.

الأستاذ الدكتور **محمد التيناوي** نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون العلمية.

الأستاذ الدكتور **محمد سالم ركاب** نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون الإدارية.

قائمة المحتويات

الملخص.. 12

Abstract..14

1 المقدمة.. 17

2 المراجعة النظرية.. 20

2-1 الانطباق الحفافي..21

2-1-1 مصطلحات الانطباق الحفافي.................................. 21

2-1-2 طرق قياس الانطباق الحفافي................................. 23

2-1-3القياس المقبول سريرياً للفرجة الحفافية.........................26

2-2 CAD/CAM.. 28

2-2-1مقدمة عن CAD/CAM..28

2-2-2 تطور أنظمة CAD/ CAM.. 30

2-2-3 مواد الترميم في CAD/ CAM................................ 31

2-2-4 المرقمات والماسحات.. 33

2-2-5 استعراض أنظمة CAD/ CAM المعروفة 36

2-2-6 ميزات استخدام تقنية CAD/ CAM........................... 40

2-2-7 نظرة حالية ومستقبلية 42

2-3 الزيركونيوم...44

2-3-1 الخواص البنيوية.. 45

2-3-2 الخزف الذكي...46

2-3-3 تأثير حجم الذرات...47

2-3-4 تأثير الحرارة الرطبة 48

2-3-5 المبادىء السريرية 49

2-4 التفريز اليدوي 52

2-5 الدراسات السابقة..55

2-6 الهدف من البحث 60

3 مواد البحث وطرائقه.. 61
3-1 المواد والأجهزة المستخدمة في البحث................................ 62
3-1-1 مواد البحث.. 62
3-1-2 أدوات البحث وأجهزته 65
3-2 طريقة العمل.. 72
4 النتائج...80
4-1 وصف العينة...81
4-2 الدراسة الإحصائية التحليلية.. 84
5 المناقشة.. 98
5-1 مناقشة مواد البحث وطرائقه.......................................99
5-2 مناقشة نتائج البحث.. 102
6 الاستنتاجات 111
7 المقترحات والتوصيات.. 113
7-1 مقترحات لأبحاث مستقبلية.. 114
7-2 التوصيات 115
8 المراجع 116
9 الملحق 132

قائمة بالأشكال المرافقة

الشكل	المحتوى	الصفحة
2-1	شكل يوضّح بعض المصطلحات المستخدمة لوصف الانطباق الحفافي	22
2-2	مصطلحات سوء الانطباق الحفافي	23
2-3	حجر الزيركون	44
2-4	صورة مجهرية لذرات زيركونيوم تم تلبيدها تحت درجات حرارة مختلفة	48
2-5	جهاز التفريز اليدوي من شركة Amanngirrbach	54
3-1	المطاط الإضافي من شركةcoltene	62
3-2	الكومبوزيت الخاصRigid Syring	63
3-3	بلوك زيركونيوم للتفريز اليدوي	63
3-4	بلوك زيركونيوم للتفريزالآلي	64
3-5	مادة رش الدعامة قبل إجراء المسح الليزري	64
3-6	قبضة توربينية ماركةNSK	65
3-7	المسبر السني نوع EXD5	66
3-8	المجهر الضوئي	66
3-9	ملزمة التثبيت	67
3-10	جهاز التفريز اليدوي	67
3-11	جهاز التصليب الخاص بالنظام	68
3-12	وحدة شفط الغبار	68
3-13	سنابل التفريز	69
3-14	فرن التلبيد	69
3-15	جهاز التفريز الآلي	70
3-16	جهاز التفريز الآلي من الداخل	71

76	طريقة وضع العيّنة تحت المجهر الضوئي	3−17
77	صورة مجهرية تظهر مقدار الفرجة الحفافية في التاج رقم 9من مجموعة النسخ اليدوي	3−18
77	صورة مجهرية تظهر مقدار الفرجة الحفافية في التاج رقم 10 من مجموعة النسخ اليدوي	3−19
78	صورة مجهرية تظهر مقدار الفرجة الحفافية في التاج رقم 2 من مجموعة النسخ الآلي	3−20
78	صورة مجهرية تظهر مقدار الفرجة الحفافية في التاج رقم 1 من مجموعة النسخ الآلي	3−21

قائمة بالجداول التوضيحية

الصفحة	المحتوى	الجدول
31	مواد الترميم المعروفة في نظام (CAD/CAM) السني	2−1
37	مقارنة بين أنظمة (CAD/CAM) السنية المعروفة	2−2
52	المكونات الأساسية لبلوكات الزيركونيوم	2−3
57	نتائج دراسة Komine وزملائه لمعرفة مدى تأثير شكل الهيكل الأساسي لجسور رباعية الوحدات مصنعة من خزف أكسيد الزيركونيوم الملبد جزئياً على الانطباق الحفافي	2−4
81	توزع التيجان في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة	4−1
82	توزع نقاط القياس في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة	4-2
83	توزع نقاط القياس في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس	4−3
85	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً	4−4

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
	لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس	
4−5	نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، وذلك وفقاً للسطح المدروس	87
4−6	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للسطح المدروس وطريقة التصنيع المتبعة	88
4−7	نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة القياسات التي أجريت في السطح الحنكي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الوحشي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الدهليزي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الأنسي في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة	90
4−8	نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroniلدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعات السطح المدروس في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة.	91
4−9	نتائج التقييم السريري في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس	93
4−10	نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات القبول السريري بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، وذلك وفقاً للسطح المدروس	95
4−11	نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات القبول السريري بين مجموعة القياسات التي أجريت في السطح الحنكي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الوحشي ومجموعة القياسات	97

	التي أجريت في السطح الدهليزي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الأنسي في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة	

قائمة بالمخططات التوضيحية

المخطط	المحتوى	الصفحة
4–1	النسبة المئوية لتوزع التيجان في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة	81
4–2	النسبة المئوية لتوزع نقاط القياس في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة	82
4–3	النسبة المئوية لتوزع نقاط القياس في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس	83
4–4	المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس	86
4–5	المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للسطح المدروس وطريقة التصنيع المتبعة	89
4–6	النسبة المئوية لنقاط القياس المقبولة سريرياً في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس	94
4–7	النسبة المئوية لنقاط القياس المقبولة سريرياً في عينة البحث وفقاً للسطح المدروس وطريقة التصنيع المتبعة.	96

الملخّص

المقدمة والهدف من البحث:

لوحظ في الآونة الأخيرة أن السعي صارحثيثاً ومتسارعاً لتطوير المواد السنية عامة، والمــواد المستخدمة في علم التيجان والجسور خاصة .

ونتيجة لهذا التطوير ظهرت بعض الأنظمة السيراميكية التي أعادت الثقة بهذا النوع من التعويض وأعطت نتائج عملية وسريرية رائعة، كان من أهمها نظام الزيركون المصنع بالطريقة اليدوية (manual technique) أو بوساطة الكومبيوتر CAD/CAM . ونظــراً للأهميــة الكبــرى للانطباق الحفافي ودوره في نجاح التعويض على المدى البعيد فإنه لابد من دراســة الانطبــاق الحفافي وتقييمه بشكل جيد لهذه الأنظمة الحديثة.

لذا فإن هذا البحث يهدف إلى :

دراسة ومقارنة الانطباق الحفافي لتيجان الزيركونيوم المصنعة بواسطة الكمبيوتر والمصنعة بآلية النسخ اليدوي.

مواد البحث وطرائقه:

حُضِّرت ثنية إكريلية علوية بما يتناسب مع الترميمات الخزفية الكاملة ثم تم صبها بخليطــة نيكل- كروم فحصلنا بذلك على المثال الرئيسي المعدني .

أُخذ ت 20 طبعة بالمطاط الإضافي وصنع 20 تاج خزفي من الزيركونيوم :

10 تيجان خزفية خالية من المعدن وفق نظام AMANNGIRRBACH للتفريز اليدوي .

10 تيجان خزفية خالية من المعدن وفــق نظـــام AMANNGIRRBACH للتفريـــز الآلـــي CAD/CAM .

ثُبت كل تاج على التوءم الرئيسي المعدني بوساطة الملزمة التي صنعت خصيصاً لهذا الغرض

اُستخدم المجهر الضوئي المزوّد بمسطرة مجهريّة بدقّة 10 ميكرون وبمعدّل تكبير 100 مرّة .
وأُجري حوالي ألف قياس لكافة الدراسة بمعدل تقريبي خمسين قياس على محيط كل تاج .
وتم اعتبار أكبرقيمة مقبولة سريرياً لمقدار الفرجة الحفافية هي (120) ميكرون.
ثم أُجريت الدراسة الإحصائية المفصلة لكافة النتائج من خلال حســـاب المتوســـطات الحسابية والانحرافات المعيارية وبعض القيم الإحصائية الأخرى .

النتائج:

بينت نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة أن ثمة فروقاً ذات دلالة إحصائية فـــي متوســـط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي عند مستوى الثقة 95% ، وأن قيم مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM كانت أصغر منها في مجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث.

وبينت نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA أن ثمة فروقاً ذات دلالة إحصائية في متوســـط مقـــدار الفرجـــة الحفافيـــة بـــين اثنتـــين علـــى الأقـــل مـــن مجموعـــات السطوح الأربعة المدروسة (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) عند مستوى الثقة 95%.

كما بينت دراسة نتائج التقييم السريري أن نسبة القبول السريري في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM كانت أكبر منها في مجموعة طريقة النسخ اليـــدوي فـــي عينـــة البحث.

الاستنتاجات:

تميزت تيجان الزيركونيوم المصنعة بوساطة الكمبيوتر CAD/CAM بانطباق حفافي أفضل مـــن التيجان المصنعة بالطريقة اليدوية .

من خلال هذه الدراسة تبين أن متوسط مقدار الفرجة الحفافية في طريقة النسخ الآلـــي بوســـاطة الحاسوب CAD/CAM وطريقة النسخ اليدوي كلاهما يقع ضمن الحدود المقبولة سريرياً .

كما تبين أن هناك تأثيراً واضحاً للسطح المدروس(حنكي ، دهليزي ، وحشي ،أنســـي) علـــى مقدار الفرجة الحفافية . كما أن هناك تأثيراً لزاوية ميلان التحضير على مقدار الفرجة الحفافية .

Abstract

Background:

It was recently noted that there are serious trials to develop dental materials in general, including the materials used in the prosthodontics, especially.
As a result of this development , some ceramic systems have been appeared , which restored confidence in this type of restoration . and gave a wonderful and practical clinical result . the most important was the system of zirconium made by CAD-CAM technique and manual technique.

In view of the major importance of marginal fit and its role in the success of restoration in the long term, it must be a study and evaluation of marginal fit for these modern systems.
This research aimed to :

Comparasion of marginal fit of zirconium crown made by CAD-CAM .technique and manual technique

Material and Methods:

A master preparation was made on an acrylic maxillary central incisor, which is then duplicated in a nickel-chrome alloy to form a master die,

20 silicone impressions were made for the master die and 20 zirconium crown were made :

10 metal free crown according to the system of AMANNGIRRBACH manual milling

10 metal free crown according to the system of AMANNGIRRBACH CAD/CAM.

Each crown was fixed to the master die using screw which was made specifically for this purpose .

Optical microscope was used provided with a ruler microscopic accurately 10 micron enlargement at a rate of 100 times.

About 1000 a measure were taken of all the study at a rate of 50 measure on the surroundings of each crown .
It was considered that the greatest acceptable clinically value of marginal gap is (120) micron.

Statistical analysis were done for all results through analysis of arithmetic averages and deviations normative and some other statistical values.

Results:

Results of T student test for independent samples showed that at the level of confidence 95% significant difference were found in the average value of marginal gap between a group of CAD/CAM technique and manual technique and the values of the marginal gap in the Group of CAD/CAM technique was smaller than in the Group of manual technique .
Results of ANOVA test showed that at the level of confidence 95% significant difference were found in the average value of marginal gap between at least two of the four surface studied .
Clinical evaluation showed that the proportion of clinical acceptance in the Group of CAD/CAM technique was bigger than in the Group of manual technique .

Conclusions:

Zirconium crowns which made by CAD/CAM technique has better marginal fit than others which made by manual technique .

There is a clear effect of surface studied on the value of marginal gap.
Also there is an effect of angle preparation on the value of marginal gap.

تصريح

ليس هناك أيّ جزء من هذه الأطروحة تمّ أخذه بالكامل من عمل آخر، أو أُنجِز للحصول علـــى شهادة أخرى في هذه الجامعة، أو في أيّة جامعة أخرى، أو أيّ معهد تعليميّ.

الباب الأوّل

المقدّمة

Introduction

لوحظ في الآونة الأخيرة أن السعي صارحثيثاً ومتسارعاً لتطوير المواد السنية عامـــة، والمـــواد المستخدمة في علم التيجان والجسور خاصة .

مما جعلنا نتطلع دائماً إلى إيجاد وسائل وتقنيات حديثة للتعويض عن الأســـنان المفقـــودة بأقـــل الخسائر الممكنة من النسج السنية مع تأمين أفضل النتائج الميكانيكية والتجميلية .

ولقد تمحور هذا التطور في علم التيجان والجسور المعاصر حول أمرين هامين :

- محاولة التخلي التام عن المعادن التي كانت أمراً لابد منه لدعم المواد التعويضية وذلـــك للتخلص من بعض الآثار السلبية لتلك المعادن.

ومنها الناحية التجميلية وعدم التوافق الكامل مع اللثة.

- العمل على تحسين كفاءة المواد السنية من الناحيـــة الحيويـــة والتجميليـــة والميكانيكيـــة والمقاومة للكسر والانحناء .

وطبعاً كان الدافع وراء هذا النهج الحثيث في التطوير هو أن المرضى أصبحوا أكثر وعياً وأشد إلحاحاً في اختيارهم لنوعية المواد التي تدخل في تركيب التعويضات السنية والتي تعطي نتـــائج تجميلية بشكل أفضل.

ولقد استطاعت الأبحاث في بداية التسعينات التوصل إلى إنجازات هامة للتعويضات الخالية مـــن المعدن، حيث تسابقت الشركات المنتجة لهذه المواد في طرح عدة أنظمة للتعويضات الخالية من المعدن ، وبداية كانت محصورة في تعويض المنطقة الأمامية من القوس السنية نظراً لمحدوديـــة إمكانيات هذه المواد ميكانيكياً، أما المنطقة الخلفية من القوس السنية التي تخضع لجهود عالية فقد كان أمراً مستبعداً في ذلك الوقت .

ومع تطور الأبحاث طرأ تحسن ملموس على مقاومة هذه المواد، وكان التحدي في إنجاز جســـر خلفي دون دعم معدني.

وتركز التطوير في هذه المواد التعويضية الخالية من المعدن على ثلاث نواح رئيسية:

1-القساوة العالية ومقاومة الانحناء

2-الانطباق الحفافي الجيد

3-اللون ومعدل مماثلته للأسنان الطبيعية

ونتيجة لهذا التطوير ظهرت بعض الأنظمة السيراميكية التي أعادت الثقة بهذا النوع من التعويض وأعطت نتائج عملية وسريرية جيدة وكان من أهمها نظام zirconium المصنع بالطريقة اليدوية (manual technique) أو بوساطة الكومبيوتر CAD/CAM

وبناء على ما سبق ونظراً للأهمية الكبرى للانطباق الحفافي ودوره في نجاح التعـويض علـى المدى البعيد؛ فإنه لابد من دراسة الانطباق الحفافي وتقييمه بشكل جيد لهذه الأنظمة الحديثة.

الباب الثاني

المراجعة النظرية

Literature Review

2-1الانطباق الحفافي
Marginal fit

يعد الانطباق الحفافي من أهم العوامل في نجاح أي تعويض ثابت، إذ إن سوء الانطباق الحفـــافي يسمح بتراكم متزايد للّويحة الجرثومية عند الحواف مما يؤدي إلى حدوث التهابات لثوية وانحسار لثوي وأمراض النسج الداعمة.(105,35,7)

كما أن النقص في امتداد الحواف يمكن أن يسبب نخوراً عند حواف التيجان .(65,34)
هـــذه هـــي أغلـــب الأســـباب المتكـــررة لفشـــل التـــرميم النـــاتج عـــن ســـوء الانطبـــاق الحفافي.(127,105,65)

المصطلحات المتعلقة بالانطباق الحفافي:

إن كثرة المصطلحات المتعلقة بالانطباق الحفافي وتنوعها أدى إلى صعوبات كبيرة فـــي تقيـــيم الانطباق الحفافي،

أشار Grotrn إلى صعوبة وصف فراغ محدد بتعريف دقيق نتيجة الاختلافات الشكلية (36).

الأمرالذي دفع Holmes وزملاؤه عام 1989 إلى وضع بعض المصطلحات المقترحـــة لتقيـــيم الانطباق (50)

- ***الفرجة الداخلية (internal gap):***

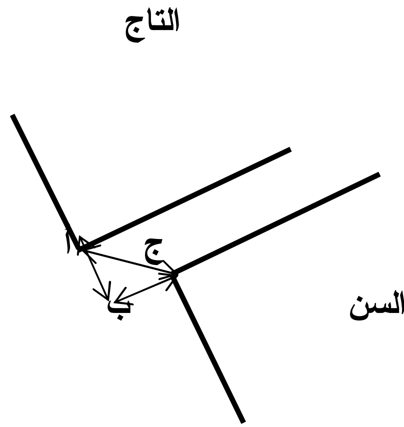
وهي المسافة العمودية بين السطح الداخلي للمرمّمة والجدار المحوري للسن.

- ***الفرجة الحفافية (marginal gap):***

وهي المسافة العمودية بين السطح الداخلي للمرمّمة وحافّة السن.

- ***التعارض الحفافي المطلق (absolute marginal discrepancy):***

يقاس من الحافة الخارجية للمرممة إلى حافة زاوية التحضير الخارجية للسن.



شكل (1-2) شكل ترسيمي يوضّح بعض المصطلحات المستخدمة لوصف الانطباق الحفافي :
(أ) الفرجة الحفافية، (ب) الحواف ذات الامتداد الزائد، (ج) التعارض الحفافي المطلق.

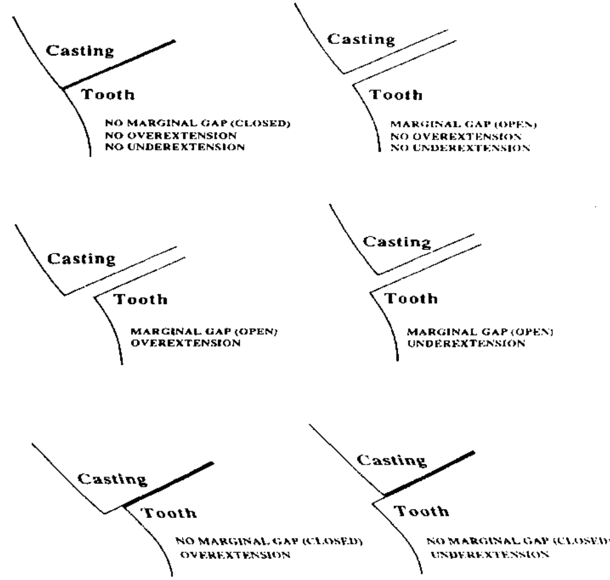
النماذج المحتملة من سوء الانطباق:

من خلال التعريف السابق يمكننا استنتاج ما يلي:

-التعارض الحفافي المطلق هو نفسه الامتداد الحفافي الزائد أو الناقص عندما تكون الفرجة الحفافية تساوي الصفر.

- التعارض الحفافي المطلق هو نفسه الفرجة الحفافية عندما يكون الامتداد الحفافي الزائد أو الناقص يساوي الصفر.

إذن التعارض الحفافي المطلق هو القياس الذي يمكن أن يعبر أفضل تعبير عن المشاكل والأخطاء في منطقة الحواف.



شكل (2-2) مصطلحات سوء الانطباق الحفافي.

في عام 2000 أكد Groten أهمية دراسة Holmes وزملائه في وضع بعض المصطلحات الدقيقة لقياس الانطباق الحفافي.(36)

2-1-2 طرق قياس الانطباق الحفافي:

Methods used to measure marginal fit

- المعاينة المباشرة direct view.
- المقاطع الطوليّة cross-sections.
- الفحص بالمسبر Explorer Examination
- تقنية الطبعة impression technique.
- الفحص بالأشعة Radiographic Examination.
- جهاز البروفيلوميتر profilometer

طريقة المعاينة المباشرة Direct view:

استخدمت من قبل كثير من الباحثين لسهولتها ودقتها وطبيعتها غير المخربة في (106,1)
تقييم دقة الحواف للتعويضات الخزفية المعدنية.

- قياس التشوهات الحفافية أثناء مراحل خبز الترميمات الخزفية الكاملة.(107)
- تقييم التشوهات الحفافية للخلائط المعدنية مع الخزف بعد كـل مرحلـة مـن مراحـل الخبز.(128,108,98,51,37,27,8)

مقارنة الانطباق الحفافي لأنظمة مختلفة من التيجان(132,97,78,38)

مزايا طريقة المعاينة المباشرة:

- سهلة ومريحة وملائمة.
- غير مخربة .
- سريعة.

مساوئ طريقة المعاينة المباشرة:

- إعادة وضع تيجان العينة على المثال الرئيسي يمكن أن يؤدي إلى تشوه الحواف بسـبب الاحتكاك.(2)
- الحواف المدورة المفحوصة مجهرياً ليس لها نقاط دلالة متكررة على السطح المنحني.
- لايمكن تحديد الامتدادات الحفافية الزائدة.

طريقة المقاطع الطوليّة cross-sections:(95)

توضع التيجان على أمثلة مغموسة بالراتنج ويتم تقطيعها، بعد ذلك يتم قياس مدى انطباق الحواف.

استخدامات هذه الطريقة:

- قياس الانطباق الحفافي للتيجان المثبتة بالإسمنت.(109,289)

- قياس الانطباق الحفافي للتعويضات الخزفية الكاملة.

- دراسة العلاقة بين أنواع خطوط الإنهاء ودقة الانطباق الحفافي.(110,64,39)

مزايا طريقة المقاطع الطولية:

- دقة أكبر في القياس وتحديد نقاط القياس.
- إمكانية تحديد الامتدادات الحفافية الزائدة.

مساوئ طريقة المقاطع الطولية:

- مراحلها أكثر تعقيداً.
- تستهلك وقتاً أكثر.
- تخرب العينة.
- عدم إمكانية قياس التشوه الحفافي خلال مراحل مختلفة من خبز الخزف.

<u>طريقة الفحص بالمسبر Explorer Examination</u>

يمرر مسبر حاد بين حافة التاج وحافة السن لتحري وجود أي فرجة حفافية.

تعتمد هذه الطريقة على أمرين:

- حدة رأس المسبر.
- مهارة يد الطبيب.(79,9)

لايمكن قياس الفرجة الحفافية بهذه الطريقة إذا كانت أقل من 95 ميكرون (29) ، كما أن حدة رأس المسبر تقل مع الاستخدام المتكرر وبذلك فإننا لا نتمكن من الاعتماد على هذه الطريقة وحدها في تقييم دقة الانطباق الحفافي.(78)

<u>تقنية الطبعةimpression technique:</u>

طريقة Cardash:(53)

يوضع التاج على السن المحضر وتؤخذ طبعة بالمطاط القاسي ثم الرخو ويتم نزع الطبعة وفحص المناطق التي دخل فيها المطاط الرخو بين التاج والسن.

من مساوئها احتمال تشوّه طبعة المطّاط في منطقة الدراسة.

طريقةأخرى:

يتم صب الطبعات بالراتنج وإجراء مقاطع عرضية ثم تتم دراستها تحت المجهر.(10)

<u>طريقة الفحص بالأشعة Radiographic Examination</u>

تستخدم الأفلام المجنحة

الفرجةالحفافية الأقل من 80 ميكرون لايمكن تمييزها بهذه الطريقة.

تظهر هذه الطريقة سوء الانطباق الحفافي في المناطق الملاصقة فقط.(129)

أفضل من الفحص بالمسبر عندما تكون الحواف تحت لثوية .(79)

<u>جهاز البروفيلوميتر profilometer:</u>

يُستخدم رأس إبرة دقيق يتحرّك باتجاه عمودي للأعلى والأسفل ليرسم الفراغ ويُسَجِّل هذا التخطيط ليعطي فكرة عن مقدار الفرجة الحفافية.

2-1-3 القياس المقبول سريرياً للفرجة الحفافية

تراوحت القياسات حول مقدار الفرجة الحفافية المقبولة سريرياً ما بين 30-200 ميكرون حسب العديد من الدراسات .(111,29,11)

ذكر لينفيلدر وزملاؤه أن التعارض الحفافي الذي يزيد عن 100 um يؤدي إلى ضياع كبير في عامل الإلصاق.(73)

ذكر **O’Neal** وزملاؤه أن الأذية تحدث نتيجة تماس جزيئات الطعام مع إسمنت التثبيت عندما يكون مقدار الفرجة الحفافية أكثر من 100 ميكرون .(89)

اقترح كريستنتسن هــدفاً ســريرياً بــين 25 um إلـــى 40 um للانطبـــاق الحفـــافي للتـــراميم المصبوبة.(21)

Hunter AJ وزملاؤه و **Sorensen** وزملاؤه اتفقوا على أن الفرجة الحفافية يجـــب ألا تزيد عن 50 um إلى 100 um.(112,54)

تظهر بيانات دراسات حالية أن معظم أنظمة (CAD/CAM) السنية قادرة علـــى إنتـــاج تـــراميم بانطباق حفافي مقبول أقل من 100 um.(80,55,32,3)

2-2 CAD/CAM

Computer-aided design and computer-aided manufacturing

تعريف المصطلح

التصميم بمساعدة الحاسب (**CAD**) Computer-aided design

التصنيع بمساعدة الحاسب Computer-aided manufacturing (**CAM**)

2-2-1مقـــدمـــة:

مما لا شك فيه أن تقنيات المعالجة والمواد المستخدمة في صناعة الأسنان قد شهدت تطوراً بشكل مستمر خلال السنين الخمسين الماضية ، وخاصة في مجال طب الأسنان الترميمي والتعويضات السنية . إن تحسين نوعية حياة المريض من خلال تقديم الخدمات السنية أصبح مهماً أكثر وأكثر وذلك لتعزيز الناحية الصحية عند المجموعات العمرية المتقدمة؛ لذا ينبغي علينا توفير خـــدمات سنية نوعية أكثر راحة للمرضى؛ وذلك بهدف الحفاظ على وظيفتهم الفموية من جهـــة وتحســـين نوعية حياتهم من جهة أخرى؛ ولذلك فإن التطبيق الإيجابي للمواد والتقنيات الجديدة ضـــروري لتحسين الخدمة السنية في المستقبل .

خلال القرن الماضي حدث تطور ملحوظ في مجال كل من المواد والتقنيات السنية وذلك بســـبب زيادة الطلب على المواد السنية الآمنة والمرضية من الناحية الجمالية فقد تم مؤخراً استخدام مواد خزفية عالية القوة في الأجهزة السنية (101,99)

ونظراً لأن هذه المواد قد طورت بشكل غير متلائم مع تقنية المعالجة السنية التقليدية فقد تم إدخال أنظمة المعالجة المتطورة وتقنياتها إلى الصناعة.

ومن الحلول لذلك: إدخال تقنية التصميم المساعد بوساطة الحاسوب والتصنيع المساعد بالحاسوب CAD/CAM.

بشكل يتوافق مع التطور السريع في مجال تقنيات المعالجة المساعدة بالحاسب في الصناعات المختلفة منذ عام 1970، إذ تواصلت البحوث وعمليات التطوير في أنظمة CAD/CAM السنية بشكل واسع الانتشار منذ عام 1980.(81,56)

وفي الحقيقة: فإن استخدام تقنية CAD/CAM في المجالات السنية لم يكن سهلاً في البداية وذلك للأسباب التالية:

1- إن التكلفة الإجمالية والوقت المستهلك والمناورات المستخدمة في أنظمة معالجة الأجهزة السنية باستخدام تقنية CAD/CAM ينبغي أن تكون بالمستويات التي في الأنظمة التقليدية نفسها أو أفضل وذلك لاستبدال المرممات التقليدية المصنعة بشكل يدوي والتأكيد على أن الأنظمة الجديدة عملية أكثر في الاستخدام اليومي ضمن المخابر والعيادات.

2- إن الحصول على شكل السن المرممة وعلاقتها بالسن المجاورة وكذلك علاقتها بالسن المقابلة يوجب ترقيمها بشكل دقيق، وقد كان من الصعب تمييز الحواف الدقيقة المجهزة من قبل طبيب الأسنان باستخدام المرقمات المدمجة التي كانت متاحة في ذلك الوقت. لذلك فإن تطوير مرقم مدمج ودقيق والبرمجيات المتطورة المتعلقة به كان ضرورياً ، وذلك للحصول على نتائج رقمية عالية الدقة.

3- إن الأمثلة المتعددة لأشكال التيجان وFPDs معقدة بالمقارنة مع المنتجات الصناعية النموذجية التي يعبر عنها باستخدام معادلات وظيفية. بالإضافة إلى ذلك ينبغي أن تكون الترميمات المطبقة على السن الداعمة متناغمة مع السن المجاورة والسن المقابلة. ومن الضروري من حين لآخر أن يتم تطوير برمجيات CAD .

4- إن المعالجة الدقيقة بما في ذلك نحت الزوايا الحادة والحواف الدقيقة للتيجان والـ FPDs كان صعباً عند استخدام المواد الخزفية الهشة؛ لذلك كان من الضروري أن يتم تطوير آلة معالجة صلبة مع نظام برمجة متطور خاص بها وذلك للتحكم في مسار الأداة .

بالإضافة إلى ذلك فإن حجم الآلة يجب أن يكون محدوداً حتى يتم تطبيقها في المراكز المخبرية السنية العادية.

2-2-2تطور أنظمة الــ CAD/CAM

إن التطور الأكبر في مجال أنظمة CAD/CAM فيما يتعلق بطب الأسنان حدث في عام 1980. إذ كان هناك ثلاثة رواد ساهموا في تطوير أنظمة CAD/CAM السنية الحالية.

كان **الدكتور Duret الأول** في مجال تطويرأنظمة CAD/CAM السنية.(30)

ففي عام 1971 بدأ بتصنيع التيجان بشكل وظيفي مع سطح إطباقي باستخدام سلسلة من الأنظمة بدأت بأخذ طبعة للسن الداعمة في الفم تلاها تصميم التاج . آخذاً بعين الاعتبار الحركة الوظيفية ، ثم بعد ذلك قام بنحت التاج باستخدام آلة نحت مضبوطة عددياً . ثم قام فيمـــا بعـــد بتطويرنظـــام SOPHA (Sopha Bioconcept System) الذي كان له تأثير ملحوظ في التطورات اللاحقة في أنظمة CAD/CAM في العالم.

وكان **الدكتور Moermann الثاني** في هذا المجال ، فقد قام بتطوير نظام CEREC . (81)

إذ حاول استخدام تقنية جديدة في المراكز السنية يمكن تطبيقها بشكل سريري على كرسي الـــــ chair-side. وقام بإجراء قياس مباشر داخل التجويف الفموي باستخدام كاميرا داخل فموية ، ثم تلا ذلك إجراء التصميم المناسب ثم نحت الحشوة المصبوبة inlay من قالب خزفي باستخدام آلة مدمجة موضوعة في الـــ chair-side . إن ظهور هذا النظام يعد بحق أمـــراً مبتكـــراً نظـــراً لسماحه بإجراء الترميمات السنية في اليوم نفسه. عندما أعلن هـــذا النظـــام انتشـــر مصـــطلح CAD/CAM بسرعة بين أوساط العاملين في مجال طب الأسنان .

وأما الثالث في هذا المجال فهو الدكتور Anderson ، المطور لنظام Procera .(4)

في بداية الثمانينات استخدمت خلائط كروم النيكل بديلاً عن خلائط الذهب ، وذلك بسبب الزيـــادة الكبيرة في أسعار الذهب في ذلك الوقت. ولكن ظهرت مشكلة التحسس تجـــاه المـــواد المعدنيـــة وأصبح الهدف هو التحول إلى التيتانيوم غير المحسس .

ونظرا لأن السبك الدقيق للتيتانيوم كان أمراً صعباً في ذلـــك الوقـــت ، فقـــد ســـعى الـــدكتور Anderson إلى تصنيع أفاريز **coping** تيتانيوم باستخدام تقنية الــCAD/CAM .(5)

وخلال العقدين الأخيرين أدت تطورات رائعة إلى النجاح الحالي لتكنولوجيا (CAD/CAM)، فقد تم استخدام طرق عديدة لجمع بيانات ثلاثية الأبعاد للأسنان المحضرة باستخدام كاميرات بصرية واتصالات رقمية وتصوير ليزري.

2-2-3ـ مواد الترميم في (CAD/CAM):

جدول (1-2) مواد الترميم المعروفة في نظام (CAD/CAM) السني

مادة الترميم	نظام (CAD/CAM)	الاستطبابات	إسمنت راتنجي	إلصاق اعتيادي	مقاومة الثني
ديكور MCG	Cerec	حشوات داخل تاجية ،حشوات مغطية،وجوه خزفية	نعم ـ ثنائية التصلب	لا	< 100 MP[a]
فيتا مارك 2	Cerec	حشوات داخل تاجية ،حشوات مغطية،وجوه خزفية،تيجان أمامية	نعم ـ ثنائية التصلب	لا	150 MP[a]
بروكاد لوسيت مقوى	Cerec	حشوات داخل تاجية ،حشوات مغطية،وجوه خزفية،تيجان أمامية	نعم ـ ثنائية التصلب	لا	150 MP[a]
In-Ceram Spinell أوكسيد المغنيزيوم	Cerec 3D, Cerec inLab	تيجان أمامية	نعم ـ تصلب ذاتي	نعم	350 MP[a]

In-Ceram Alumina أوكسيد الألمنيوم	Cerec 3D, Cerec inLab, DCS Precident	تيجان وجسور أمامية	نعم ــ تصلب ذاتي	نعم	500 MP[a]
ألومينا أوكسيد الألمنيوم	Procera	تيجان وجسور	نعم ــ تصلب ذاتي	نعم	600 MP[a]
In-Ceram Zirconia أوكسيد الزيركونيوم	Cerec 3D, Cerec inLab, DCS Precident	تيجان وجسور	نعم ــ تصلب ذاتي	نعم	750 MP[a]
الزيركونيا جزئية التلبيد أوكسيد الزيركونيوم	DCS Precident, Lava, Procera, Everest, Cercon	تيجان وجسور	نعم ــ تصلب ذاتي	نعم	> 1.000 MP[a]
الزيركونيا كاملة التلبيد أوكسيد الزيركونيوم	DCS Precident, Everest	تيجان وجسور	نعم ــ تصلب ذاتي	نعم	> 1.000 MP[a]

العديد من المواد الخزفية متوفرة للاستخدام في عمليات ترميم (CAD/CAM) (الجدول 1).

إن المواد الخزفية المألوفة التي استخدمت في بداية عمليات الترميم السني (CAD/CAM) كانت مثل: (Dicor أو Vita Mark II).

على الرغم من أنها أحادية اللون فإن هذه المواد الخزفية توفر جمالية وتكيفاً حيوياً ممتازاً واستقراراً لونياً رائعاً .(82)

وقد تم استخدامها بشكل ناجح في الحشـــوات داخـــل التاجيـــة والمغطيـــة والوجـــوه الخزفيـــة والتيجان.(113,91,74,12)

على الرغم من ذلك فإن (Dicor – Vita Mark II) ليستا قويتين بما يكفي لتحمل الإطباق عندما يستخدمان في التيجان الخلفية.

ولهذا السبب فإن مواد الألومينا والزيركونيا أصبحت مستخدمة بشكل واسع على أنها مواد ترميم سنية.(75)

وإن هذه المواد الخزفية قد لا تكون فعالة دون مساعدة تكنولوجيـــا (CAD/CAM) فمـــثلاً (In - Ceram) التي ميزها في البداية ديغرانج وسادون (114)

أظهرت أن لها قوة مرونة جيدة وأداء سريرياً جيداً. (115,92)

على الرغم من ذلك إن صناعة (In - Ceram) المعتاد يحتاج إلى 14 ساعة.

(Cerec inLab) تقلل زمن التصنيع بنسبة 90%.(57)

كما يمكن تطبيق أنظمة (CAD/CAM) على الترامیم التي تتطلب معادن، فمـــثلاً نظـــام (DCS) يستطيع صناعة أفاريز التاج من خليط التيتانيوم بدقة ممتازة.(16)

العديد من الدراسات وثقت توسع تقنية (CAD/CAM) إلى صـــناعة أجـــزاء الوجـــه والفكـــين الاصطناعية مثل الأذن الاصطناعية (130,22)

2-2-4المرقمات والماسحات:

إن معظم أنظمة الـــCAD/CAM التجارية الحالية تستخدم نموذجاً حجرياً نقطةً للبـــدء؛ إذ يـــتم قياس سطح النموذج الحجري باستخدام العديد من أدوات القياس وذلك بهدف الحصول على بيانات رقمية توضح شكل السن الهدف. تدعى أدوات القياس هذه بالمرقمات والماسحات . وقد تم تطوير العديد من طرق الترقيم . والطرق المتوافرة حالياً للاستخدام العملي هي :

المسبار التماسي contact probe .

مقياس الانزياح الليزري .

حزمة الليزر الخطي مع كاميرا .(93)

عندما يستخدم مسبار ذو نهاية دقيقة ، حتى لو كان متقناً بشدة ، فإنه يأخذ وقتاً لمسح السطح الداخلي للنموذج . إن مقياس الانزياح الليزري غير مرتفع الثمن نسبياً ويمكن من خلاله إجراء القياسات بوقت أقل مما هو عليه عند استخدام الـ contact probe. من ناحية أخرى ، فعند استخدام حزمة الليزر المنبعثة فإن الدقة تقل لأن الضوء المنعكس يؤثر على الحساس . (67,66)

وعند استخدام الليزر الخطي ، يقل الوقت اللازم للمسح بشكل عام إلا أن الحاجة لفصل الكاميرا يؤثر على الدقة . ولأنه ليس هناك أي طريقة يمكن أن تعطينا قياسات للجزء السني تحت اللثوي، فإننا نحتاج لضبط متعدد المحاور للنموذج الحجري والحزمة المنبعثة .

أظهرت الدراسات أن أنظمة CAD/CAMالتي تستخدم المسبار التماسي أوالليزر لتسجيل تفاصيل النموذج السني ونقله كانا تقريباً متشابهين من حيث الدقة مع تفوق المسبار التماسي تقريباً بنسبة 10 µm (94)

من ناحية أخرى فإن أنظمة CAD/CAM المطورة سابقاً بدت وكانها تتألف من ثلاثة مكونات :

- آلة القياس (المرقم / الماسح)
- آلة معالجة كبيرة نسبياً.
- محطة كمبيوتر كبيرة.

وذلك لفهم الصور الحاسوبية الرقمية المرتبطة بعملية CAD.

بعد ذلك تم تأسيس نظام استراتيجيات التطوير التالي والبدء بتطوير آلة CAD/CAM مدمجة وصغيرة للاستخدام السني على الشكل التالي(123,58):

1- تطوير نظام CAD/CAM يمكن استخدامه أداةً إضافية في المخابر السنية.

2- تطويرآلات مدمجة ليمكن تطبيقها في المخابر العادية .

3- عرض عمليات المعالجة باستخدام الكمبيوتر الشخصي بدلاً من محطات العمل الكبيرة والمكلفة.

4- تطوير آلة قياس بسيطة ولكنها ذات فعالية عالية .

5- تصميم التيجان والـــFPDs بتقنية الـــCAD بشكل آلي .

6- تصنيع تيجان و الـــFPDs باستخدام كل من المواد الخزفية والمعدنية .

إن النموذج البدئي لآلة الـــ CAD/CAM المدمجة ظهر في عام 1994 .واستخدم للآلة شاشـــة تعمل باللمس ويمكن استخدامها أيضاً من قبل ذوي المهارات المحدودة في استخدام لوحة المفاتيح وقد تم في هذه الآلة دمج مقياس انحراف ليزري صغير مع آلة تفريز حيث يمكن إجراء القياسات والمعالجات المطلوبة في الحجرة نفسها . ومن المحتمل أن تكون هـــذه الآلـــة هـــي آلـــة الـــــ CAD/CAM السنية المدمجة الأولى عالمياً . ثم ظهر الشكل الثاني للآلة خلال عـــام 1995. وبعد سلسلة من التعديلات على كل من البرمجيات والمعدات الصلبة ، تم تطوير جيل ثالث من الآلة ، أصغر حجماً وذلك في عام1996. وأخيراً في عام 1999 تم تسويق هذه الآلة تحت اسم DECSY .(83)

إن الخصائص الأساسية وفلسفة التطوير لم تتبدل .

تستخدم هذه الآلة عن طريق شاشة من نوع LCD تعمل باللمس. ويتم اختيـــار نـــوع التـــرميم والمواد المطلوبة للاستخدام على الشاشة .

كانت نماذج العمل في الماضي تنفذ من حيث الأساس وفق عملية ذات زر وحيد ودون أي صور تخطيطية لشكل السن الداعمة ، كما أن تصميم التيجان والـــFPDs كان يتم بشكل آلي من حيث المبدأ وذلك باستخدام برامج معقدة خلال دقيقة واحدة. كذلك تم تطوير برمجيات تسهل من إجراء التصحيحات الدقيقة على شكل التاج وتم تحميلها في الجهاز . ولذلك فيمكن التعديل في شكل التاج حسب رغبة الطبيب .

بعد أن يتم تصميم الترميمات، يتم حساب البيانات اللازمة لعملية المعالجة بشكل آلي.ويعتمد حجم القالب الذي يتم اختياره من الشاشة على حجم الترميمات.

تبدأ عملية المعالجة بشكل آلي وذلك بنحت القالب المحدد باستخدام أداة للنحت (قياس 3,0ملـــم) وأخرى تستخدم في النهاية (قياس 1,6مم) . تستطيع الآلة أن تبدل الأدوات بشكل آلي وتقوم بقلب القطعة التي يتم العمل عليها بشكل آلي أيضاً وذلك لنحت الجانب الآخر والأوجه الداخلية من التاج

وبعد الانتهاء من نحت الترميم يتم فصله عن الجزء المتبقي الذي يكون ممسوكاً من قبل الآلة، ثم تجرى عملية صقل نهائي كما هو معمول به في الطرق التقليدية .

دقة القياسات:

تبين عند إجراء اختبارات الملائمة للتيجان الخزفية بأن سماكة الإسمنت عند مستوى الحواف كان 10–30 ميكرون ، وأن الجزء المركزي والسطح الإطباقي كان ضمن مستوى السماكة المحـــدد بوساطة CAD ، وبهذا فإننا نحصل على درجة ممتازة من التوافق وانطباق الحواف. (58)

استمرت الجهود في تطوير آلات قياس مدمجة وعالية الفعالية ، وتم إطلاق نظام DECSY في عام 2003. وتتألف هذه الآلة من ليزر خطي ، كاميرا CCD تسمح بإجراء قياسات عالية الدقة وبسرعات عالية. إذ يحتاج إجراء القياسات للسن الداعمة والسن المجاورة إلى حوالي 15 دقيقـــة في الطرق التقليدية ، في حين ينخفض الزمن اللازم لذلك إلى دقيقتين باســـتخدام نظـــام الـــــ DECSY؛ بالإضافة إلى أن انبعاث الليزر الخطي والتصوير باستخدام كاميرا CCD كان يـــتم بشكل زاوي ، وكانت القياسات تجرى عندما يتم تدوير النموذج . ولذلك كان هناك تحسن شـــديد في دقة قياسات الحواف.

5-2-2 استعراض لأنظمة (CAD/CAM) المعروفة:

يمكن تصنيف أنظمة (CAD/CAM) في صنفين: أنظمة تستخدم في العيادة وأنظمة تستخدم فـــي المخبر (جدول 2) ومن كل أنظمة (CAD/CAM) السنية فإن (Cerec) هو الوحيد الـــذي يـــوفر العمل في العيادة وفي المخبر معاً، ويشبه (Cerec) نظام (Evolntion D4D).

لقد ازدادت بشكل ملحوظ أنظمة (CAD/CAM) المخبرية خلال السنوات العشر الأخيـــرة، بمـــا فيها:

Amanngirrbach)–(DCS Precident – Procera – CEREC inLab – Lava

(Cercon) هو نظام مخبري يملك فقط قدرات (CAM) دون مرحلة التصميم.

جدول (2-2) مقارنة بين أنظمة (CAD/CAM) السنية المعروفة

النظام	سنة الإصدار	مركز العمليات	آلية المسح	برنامج التصميم	عملية التصنيع
Cerec 3	2000	العيادة	ضوئي	نعـــم، تصـــميم وقاعدة بيانات	أوتومـــــــاتيكي بالكامل
Cerec inLab	2001	مخبر سني	ليزري	نعـــم، تصـــميم وقاعدة بيانات	أوتومـــــــاتيكي بالكامل
DCS Precident	1989	مخبر سني	ضوئي	نعـــم، تصـــميم وقاعدة بيانات	أوتومـــــــاتيكي بالكامل
Procera	1993	نيوجرســــي أو السويد	يدوي	نعـــم، تصـــميم وقاعدة بيانات	أوتومـــــــاتيكي بالكامل
Lava	2002	مخبر سني	ضوئي	نعـــم، تصـــميم وقاعدة بيانات	أوتومـــــــاتيكي بالكامل
Everest	2002	مخبر سني	ضوئي	نعـــم، تصـــميم وقاعدة بيانات	أوتومـــــــاتيكي بالكامل
Cercon	2001	مخبر سني	ليزري	لا	أوتومـــــــاتيكي بالكامل
Amanngirrbach	2006	مخبر سني	ليزري	نعـــم، تصـــميم وقاعدة بيانات	أوتومـــــــاتيكي بالكامل

CEREC: ـ

تم إجراء مسح ضوئي للسن المحضرة بنظام (Cerec1) و (Cerec 2) باستخدام كاميرا (CCD) وصورة رقمية ثلاثية الأبعاد (ديجتال) مولدة على الشاشة، وتم تصميم الترميم بعد ذلك باستخدام (Cerec 3D) الأحدث فإن المشغل يسجل صوراً متعددة خلال ثوان.

CEREC inLab: ـ

هو نظام مخبري يتم المسح فيه ليزرياً ويتم تطبيق صورة رقمية (ديجيتال) للنموذج على شاشة كومبيوتر محمول؛ وبعد ذلك تتم عملية التفريز.

DCS Precident: ـ

يتألف هذا النظام من (Precissan) ماسحة ليزرية و(Precimill) مركز تفريز متعدد الأدوات.
يقوم برنامج DCS بتشكيل السن أوتوماتيكياً باقتراح الحجم والأشكال المختلفة للجسور.
يمكن لهذا البرنامج مسح 14 نموذجاً في الوقت نفسه وتفريزيصل إلى 30 وحدة في عملية كاملة واحدة.

- نظام Procera :

تستخدم Procera مفهوماً مبتكراً لإنتاج أفاريز الألومينا والزيركونيا. فهي تستخدم آلة قياس مدمجة في المخبر السني وذلك للحصول على قياسات النموذج الحجري بوساطة قلم ضوئي يعطي صوراً ثلاثية الأبعاد وبعد ذلك ترسل البيانات الرقمية إلى مركز للمعالجة عبر الانترنت (في نيوجرسي أو السويد).(90,4)

فيقوم مركز المعالجة بتصنيع هياكل التيجان والـFPDs، وذلك باستخدام آلة معالجة كبيرة يتم التحكم بها باستخدام الكمبيوتر، ثم يتم إرسالها إلى المخبر الذي قام بطلبها. وفي المخبر يتم إكمال عملية تصنيع الترميمات التجميلية من خلال إضافة طبقة البورسلان المتجانس إلى الهيكل.

LAVA: ـ

تم إدخالها عام 2002 وهي تستخدم نظام مسح ضوئي من أجل نقل المعلومات من حواف الدعامات. برنامج (Lava CAD) يجد بشكل أوتوماتيكي الحافة و يتم تصميم الهيكل أكبر بحوالي 20% ليكافئ الانكماش الناتج عن التلبيد.

وحدة التفريز الدقيقة التي يتم التحكم بها بوساطة الحاسوب تستطيع تفريز21 هيكلاً دون مراقبة أو تدخل يدوي. وفي هذا النظام 8 ألوان مختلفة من أجل تلوين الهيكل لإعطاء جمالية قصوى.

ـ Everest:

نظام (Everest) يحتوي على آلة تصوير وقد تم تسويقه عام 2002.

في وحدة المسح يتم تثبيت النموذج الجبسي الحر إلى القرص الدوار ويـــتم تصـــويره باســـتخدام كاميرا (CCD) بنسبة 1:1 وبدقة قياس 20 um.

يتم الحصول على الشكل الرقمي (ديجيتال) ثلاثي الأبعاد عن طريق حوسبة صور من 15 نقطة.

وحدة التفريز لديها 5 حركات محورية فهي قادرة على إنتاج حواف دقيقة من مجموعة من المواد بما فيها (الزيركونيا الملبدة كلياً وجزئياً ــ التيتانيوم) .

ـ Cercon:

يشار إلى نظام (Cercon) على أنه نظام (CAM) لأنه لا يملك مكونات نظام (CAD). وفي هذا النظام يصنع نموذج شمعي بسماكة 0,4 مم على الأقل. ويقوم هذا النظام بمسح النموذج الشمعي ويتم تفريز الزيركونيا غير الملبدة ثم التلبيد في فرن نظام (Cercon) بدرجة حرارة (1,350س) ولمدة 6 إلى 8 ساعات .

إن المواد العديدة البلورات ذات الأشكال الرباعية الزوايا والمصنعة مـــن أوكســـيد الزركونيـــوم والإتريوم المستقر (Y_TZP) التي تملك مقاومة أكبر تجاه الكسر مقارنةً مع الخزف العادي قد نالت مزيداً من الاهتمام في تصنيع تيجان الـــFPDs.

وحالياً: إن معظم أنظمة CAD/CAM المتاحة تجارياً فـــي العـــالم تســـتخدم قوالـــب أوكســـيد الزركونيوم لتصنيع هياكل الـــFPDs .

ثم إن هنالك نوعين من قوالب أوكسيد الزركونيوم المتاحة حالياً في تطبيقات CAD/CAM :

التطبيق الأول:

هو استخدام القوالب الكثيفة الملبدة بشكل كامل في التصنيع الآلي المباشـــر باســـتخدام نظـــام CAD/CAM.

التطبيق الثاني:

هو استخدام القوالب الملبدة جزئياً في عملية التصنيع باستخدام الـــ CAD/CAM.

إن الطريقة المذكورة أولاً تمتلك الأفضلية فيما يتعلق بمستوى الانطباق الحفافي نظراً لعدم وجود انكماش فيها أثناء المعالجة، بالإضافة إلى ذلك فإن حدوث شقوق مجهرية في المادة أثناء إجـــراء التفريز قد يقلل من متانة المادة وقدرتها على التحمل.

الزيركونيا قوية ولها تكيف حيوي عالٍ.

مواد الزيركونيا الملبدة كلياً يمكن أن تكون صعبة التفريز إذ إن وحدة واحدة تحتاج إلى3 ساعات ومقارنة بالزيركونيا الملبدة تماماً فإن تفريز التراميم في كتل صلبة غير ملبدة أو ملبـــدة جزئيـــاً أسهل ويستهلك وقتاً أقل .(3)

وعلى كل حال وبسبب الانكماش خلال مرحلة المعالجة بعد التلبيد فإن قياس الهيكل ينبغي أن يتم تعويضه من خلال تعديل الأبعاد باستخدام CAD . وذلك للحصول على انطباق جيد.

يتم زيادة حجم الإطار عبر عملية CAD وذلك للتعويض عن أي انكماش متوقع يمكن أن يحدث أثناء عملية التلبيد النهائي بدرجة حرارة 1350-1400 درجة مئوية.(59,3)

2-2-6ميزات استخدام تقنية CAD/CAM :

يمكن تلخيص ميزات استخدام تقنية CAD/CAM في تصنيع التيجان FPDs بالتالي :

1- استعمال مواد جديدة وقوية .
2- تقليل الجهد .
3- توفير الوقت.
4- التحكم بالنوعية.
5- القدرة على تقليص الأخطاء التقنية.

إن التقنيات المخبرية السنية التقليدية تتطلب عادة جهداً كبيراً . ومن ناحية أخرى فإن استخدام تقنية CAD/CAM وإن كان خلال كامل عملية المعالجة ، ينبغي أن يقلل من الجهد المبذول . فعلى سبيل المثال إن تصنيع تاج خزفي باستخدام تقنية DECSY يحتاج لمدة 4 دقائق لإجراء القياسات ودقيقة للتصميم ودقيقتين لتحويل بيانات المعالجة ، ثم 90 دقيقة لمعالجة الخزف . وهذا الوقت الكلي المستخدم للمعالجة كان أقل مما هو عليه في الطرق التقليدية باستخدام البودرة وعجينة البورسلان. بالإضافة إلى ذلك فإن ملازمة الآلة لمدة 5–6 دقائق فقط وما تبقى تقوم به آلة CAD/CAM بشكل آلي؛ ولذلك فإن الجهد يتناقص على نحو شاسع باستخدام CAD/CAM

وفيما يتعلق بالاحتياجات التجميلية الخاصة ، فإن التيجان المنحوتة يمكن إكمالها من خلال التلوين باستخدام الطريقة البسيطة والعادية وهذا بدوره يقلل من الجهد المبذول.

إن الكسور على مستوى FPDs الخزفية تميل لأن تحدث في مناطق الاتصال وذلك بسبب الضغط المركز عليها. ولذلك فإن تصميم مناطق الاتصال وخاصة الاتجاهات، ينبغي أن يجرى بشكل مستقل بالاعتماد على نوع المادة الخزفية المستخدمة في تصنيع الهيكل. CAD أفضل من حيث التحمل والثبات مما يقلل من خطر حدوث الكسر.

إن استخدام أنظمة CAD/CAM بشكل مباشر في العيادات له مستقبل واعد. يرغب المرضى بأن تكون فترة المعالجة قصيرة مع استعادة مبكرة لوظيفتهم السنية وبالشكل الأكثر ملائمة.

يفضل أطباء الأسنان أن يقدموا المرممات السنية التجميلية المطلوبة في الزيارة أو الموعد نفسه وبتكلفة معقولة لمرضاهم. وإن استخدام تقنية CAD/CAM المطبقة على chair-side يمكن أن تساهم في تقديم هذه الخدمة.

ينبغي تطوير أجهزة القياس داخل الفم المدمجة وذات الدقة العالية لتكون متاحة للاستخدام المباشر في الفم. إضافة إلى ذلك فإن استخدام مكنات ممتازة في تصنيع المواد السنية الملونة التي تفي بالاحتياجات التجميلية وتحسين خصائصها الميكانيكية يعد أمراً ضرورياً لجعل هذا الإجراء شائعاً على المستوى الشعبي.

7-2-2 نظرة حالية ومستقبلية للـ CAD/CAM

هناك زيادة بالطلب للمرممات التجميلية وفي الطلب لـــ FPDs ذات النوعية العالية والمريحـــة وكذلك البدلات السنية المتحركة في المجموعات العمرية المتقدمة. هذه الأجهزة يمكن تصـــنيعها بشكل تقليدي ضمن المخابر السنية وليس في chair-side . ولا زلنا بحاجة للتعاون مع تقنيـــي الأسنان لتصنيع هذه الأجهزة.

ونظراً لأن استخدام هذه الأجهزة على أنها جزء من الجسم سيكون طوال الحيـــاة فـــإن ابتكـــار تقنيات ومواد جديدة لتصنيع FPDs مطلوب للحصول على معايير عالية مـــن ناحيـــة الأمـــان والنوعية .

إن استخدام تقنية محللات التصميم التركيبي خلال عملية CAD يتوقع بأن يكون أداة مفيدة فـــي تصميم الهياكل الخزفية السنية للـــ FPDs بما في ذلك تصميم مناطق الاتصال وذلك للتقليل من خطر حدوث الكسر أثناء العمل .

ولتقديم المزيد من الخدمات السنية المتطورة باستخدام الأجهزة التجميلية والترميمية فإن الأجهزة المستقبلية يتوقع أن تصمم وتصنع لتحسين وظيفة الحركات الفكية. وقد بدأت حالياً الأبحاث فـــي مراكز التعويضات السنية على نطاق واسع من أجل تحليل حركات الفك السفلي المتعددة المحاور وذلك بهدف استعادة الوظيفة الفموية للمرضى .

على كل حال فإن أنظمة CAD مطبقة فقط في تصنيع الأشكال المختلفة من التيجان وFPDs .

وإن الوصول إلى شكل إطباقي حركي من CAD لا يزال تحدياً ولكن يجب أن يكـــون ضـــمن مجال الاستخدام العملي في المستقبل القريب وذلك لتوفير الأجهزة السنية الضـــرورية لاســـتعادة الوظيفة الفموية.

وبالإضافة إلى الاســـتخدام النـــاجح لتقنيـــة CAD/CAM فـــي تصـــنيع FPDs فـــإن تقنيـــة CAD/CAM يتوقع بأنها ستستخدم أيضاً في تصنيع هياكل البدلات السنية الجزئيـــة المتحركـــة وأجهزة التقويم. (131,116)؛ لذلك فإن تطبيق تقنية CAD/CAM يعد بالحصول على أجهزة عالية النوعية في كل مجالات طب الأسنان. إضافة إلى ذلك فإن CAD/CAM السنية يجب أن

تكون متاحة في مراكز التعليم لتكون أداة تدريبية للممارسة السنية اليومية مــع اســتخدام مــواد إيضاحية ومواد تشخيصية وذلك لمحاكاة الإجراءات الجراحية. (124,87)

وكما هو الحال في باقي المجالات الصناعية فإن تطبيق المعايير العالمية لأنظمة CAD/CAM السنية سيساعد في جعل هذه التقنية أكثر شعبية وسيجعلها تحل محل التقنيات المخبريــة الســنية التقليدية.

خاتمة:

مما لا شك فيه أن تطبيق تقنية الــ CAD/CAM في طب الأسنان يقدم خدمة سنية مبتكرة وذات نتائج فنية كما أنه يحسن من صحة المرضى ونوعية حياتهم؛ وذلك فــي المجموعــات العمريــة المتقدمة؛ ولذلك فإننا في مجال طب الأسنان ينبغي أن لا نؤجل تطوير تقنيات جديدة لتقديم النفــع لمرضانا .

وإن تطبيق أنظمة CAD/CAM مبشر ليس في مجال التيجان وFPDs فقط بل في المجالات الأخرى لطب الأسنان أيضاً بالرغم من دوره المحدود حالياً.

وقد طورت أنظمة (CAD/CAM) طب الأسنان من خلال تقديم تراميم عالية الجــودة. إذ إن تطــور الأنظمة الحالية ودخول أنظمة جديدة وسّع القدرات وطور النوعية وساعد في تطبيق مواد جديدة أكثر جمالية وقوية بما فيه الكفاية.

وكما ختم دوريه مقالته عام 1991 بقوله:

((إن الأنظمة سوف تستمر في التطور من حيث البراعة والدقة وفاعلية التكلفة وسوف تصبح شيئاً روتينياً في ممارسة طب الأسنان مع بداية القرن الحادي والعشرين)).(30)

3-2 الزيركونيوم

Zirconium

ـ مقــدمة:

الاسم "زيركونيوم" جاء من الكلمة العربية "زاركون" والتي تعني "ذهبي اللون"، وقد تكون مشتقة من الفارسية (zargun). ويعرف حالياً باسم (Hyacinth) وهو عبارة عن حجر كريم برتقــالي اللون محمر.

ويعرف علمياً بأكسيد الزيركونيوم، ويوجد في الطبيعة كفلز طبيعي على شــكل بلــورات مــن سيليكات الزيركونيوم Zrsio4 إذ يتم إرجاعه للحصول على أكسيد الزيركونيوم ويضاف إليه كل من أكسيد الهافينيوم وأكسيد الألمنيوم وأكسيد الإتيريوم بنسب متفاوتة وبذلك نحصل على خواص فيزيائية محسنة ، ويعد هذا الفلز من المواد النادرة التي استخدمت فــي صــناعة المجــوهرات والحلي .



شكل(3-2) حجر الزيركون

ويوجد الزيركون حالياً بعدة ألوان برتقالي، أحمر، بني، ياقوتي، أزرق، وقد يكون شفافاً بلا لون، وهو حجر ذو كثافة شديدة أي إنه يزن أكثر من حجر آخر بالحجم ذاته. (76)

وقد تعرف على ثنائي أوكسيد الزيركونيوم كيميائي ألماني اسمه مارتن هينريك كلابــروث عـــام 1789 مصادفة عندما كان يقوم ببعض الإجراءات التـــي تتضـــمن تســـخين بعــض الأحجـــار الكريمة.(95)

وبعد ذلك استخدم ثنائي أوكسيد الزيركونيوم صباغ نادر لفترة طويلة من الزمن وهو الزيركونيوم الملوث، وفي أواخر الستينيات تم تكرير الزيركونيوم أو صقله ليصبح بعد البحث والتطوير مادة حيوية.

كان أول استخدام للزيركونيوم على أنه مادة حيوية خزفية حين استخدم كرأس الكرة في عمليات الاستبدال الكلي لمفصل الورك.(**76**)

على أي حال فقد حققت جهود الأبحاث في السنوات التالية تطوراً أكبر فيما يتعلق بمركبات خزف الإيتريوم الزيركوني المعروفة برباعي بولي كريستال الزيركونيوم TzP

(Yttrium Tetragonal Zirconia Polycrystals).

كما أصبح (TzP) يستخدم في تطبيقات مكوك الفضاء والشـــاحنات وأدوات القـــص ومحركـــات الاحتراق بسبب خصائصه المميزة مثل القوة والصلابة.

وفي تقييم مخبري للقدرة المسرطنة لخزف الزيركونيوم الشديد النقاوة أثبـــت أنـــه لا يســـبب أي تأثيرات على الخلايا.(23)

في تسعينيات القرن الماضي استخدمت مادة الزيركونيوم أوتاداً جذرية و دعائمَ زرع.(68)

وهذا بشرّ باستخدام الزيركونيوم في طب الأسنان.

ونظراً لخاصياته الفيزيائية الممتازة ولونه الأبيض وتفوقه في التوافق الحيوي فقد تم تقييمه ليكون إطاراً بديلاً لمعظم التيجان الخزفية الكاملة .

2-3-1 الخواص البنيوية:

للزيركون ثلاث بنى بلورية أساسية بحسب درجة الحرارة التي فيها:

أحادي الانحراف monoclinic (M)

تكعيبي cubic (C)

رباعي tetragonal (T)

الزيركون النقي في حرارة الغرفة يكون أحـــادي الانحـــراف ومســـتقراً حتـــى درجـــة 1170 ْ سيليسيوس وفوق هذه الدرجة فإنه يحول نفسه إلى الشكل الرباعي وبعد ذلك إلى الشكل التكعيبي عند الدرجة 2370 ْ سيليسيوس حتى درجة الانصهار 2680 ْ.

وإن التحول من الطور الرباعي الأضلاع إلى الطور الأحادي الانحراف عند التبريـــد باعتـــدال يكون مصحوباً بازدياد ملحوظ في الحجم (~ 4,5%) وهو كافٍ ليقود إلى فشل كارثي .

في أواخر عام 1929 اكتشف روف وزملاؤه في العمل إمكانية استقرار الشكل الرباعي الأضلاع في حرارة الغرفة بإضافة كمية قليلة من أوكسيد الكالسيوم (CaO).

إن إضافة أكاسيد مثبتة مثل (Y2O3 – CeO2 - MgO - CaO) إلى الزيركونيوم النقـــي يســـمح بتثبيت الشكل الرباعي الأضلاع في درجة حرارة الغرفة وبالتالي يسمح بالسيطرة على الضـــغط المُحدث بالتحول من t ← m ، ويكبح انتشار الصدع بفعالية ويقود إلى قساوة عالية وهـــذا مـــا يعرف باسم الزيركونيوم المستقر جزئياً (PsZ).(60,40)

6 أظهر غرافي وآخرون في دراستهم المسماة (الخزف الصلب) كيف يمكن استخدام تحول الشكلين الرباعي والأحادي الانحراف بالشكل الأمثل في الزيركونيوم المســـتقر جزئياً (PsZ) ومن خلال سير العملية تم تطوير الخـــواص الفيزيائيـــة والميكانيكيـــة للمادة. وقد لاحظوا أن الشكل الرباعي في الزيركونيوم المستقر جزئياً في حالة شـــبه مستقرة في درجة حرارة الغرفة؛ لأن التحول من الرباعي إلى الأحادي الميلان يمكن أن يُثار بتأثير خارجي مثل الضغط ودرجة الحرارة.(41)

2-3-2 الخزف الذكي:

إن اضافة أحد الأكاسيد التالية(Y2O3 – CeO2 - MgO - CaO) يعيـــق التحـــولات البنيويـــة من t ← m ويصل بالزيركون إلى درجة حرارة الوسط المحيط بشكل كتلـــة ســـليمة ذات ذرات مرصوفة في بنية بلورية رباعية الوجوه؛ لكن البلورات ذات السطح الحر مازالت تتمتـــع بقدرة كامنة على العودة إلى بنيتها الطبيعية في درجة حرارة الوسط (الأحادية الانحراف) تحت تأثير بعض العوامل (كالجهد الزائد) وهذه القدرة الكامنة على التحول من t ← m هي التـــي تجعل من الزيركون السيراميك الأفضل من حيث الخواص الميكانيكية.(31)

مثال 1:

عند تطبيق قوى زائدة على سطح قطعة من الزيركون تتعرض البلورات السطحية التي تلقت القوة لتحولات من t ← m فيزداد حجمها مخضعة القشيرة السطحية لقطعة الزيركون لضغوط أفقية تمنع من حدوث تشققات ناجمة عن الجهد المطبق أو تحد من انتشار هذه التشـــققات فـــي حـــال وجودها سلفاً.

مثال 2:

إذا عرضنا أحد الشقوق المتشكلة في قطعة من الزيركون لقوى قص فإن الجهود الزائدة تحرض البلورات ذات السطوح الحرة المتاخمة لهذا الشق والموجودة في ذروته للتحول مـــن t ← m مطبقة بدورها وبفعل الزيادة الحجمية الناجمة عن التحول قوى معاكسة على شكل كماشة تطبـــق على جدران الشق محاولة إغلاقه أو على الأقل منعه من الانتشار.

وهذه الخاصية الفيزيائية تعرف بصلابة التحول (متانة التحول). التي تكبح الصدع بشكل فعـــال وهذا ما يعطي الزيركونيوم سمعته بأنه (**الخزف الذكي**).

2-3-3 تأثير حجم الذرات:

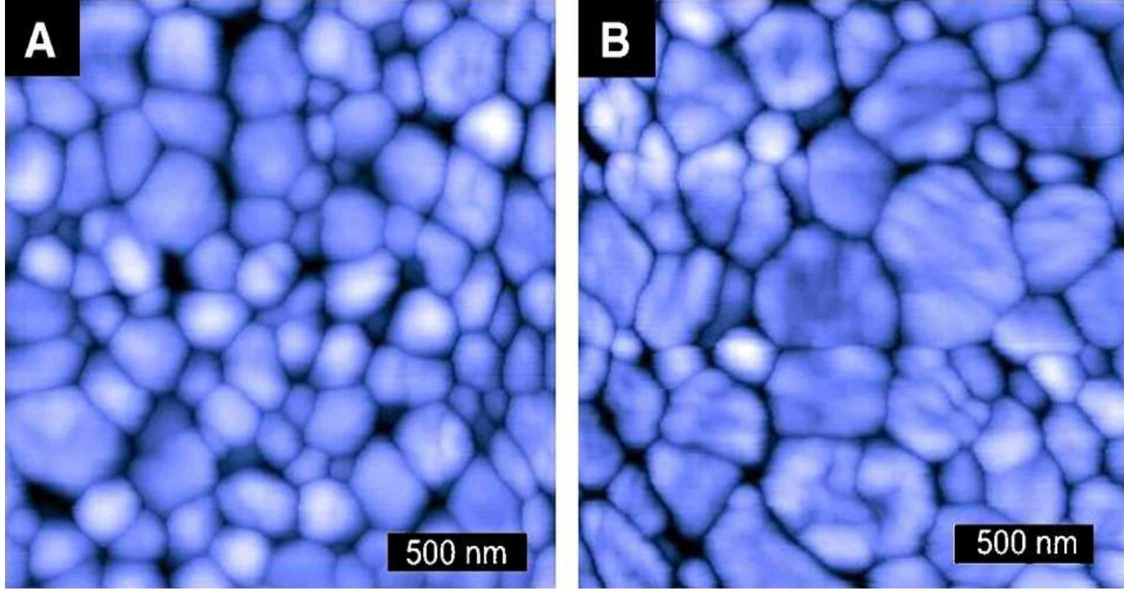
الخواص الميكانيكية تعتمد بقوة على حجم الذرات . (100,42,13)

وفوق حجم ذري حدي تكون أقل ثباتاً وأكثر قابلية للتحول العفوي من t ← m في حين أن حجوم ذرية أصغر من 1 ميكرون تكون مرتبطة مع معدل تحول أقل .(61)

علاوة على ذلك ، فإنه تحت حجم ذري معين (~ 2،0 ميكرون) يكون التحـــول غيـــر ممكنـــاً وبالتالي يقود إلى متانة كسر أقل .(24)

كما أن حالات التلبيد لها تأثير قوي على كل من الاستقرار والخواص االميكانيكية للمنتج النهائي تبعاً لحجم الذرات.(117)

وقد أدت درجات حرارة التلبد الأعلـــى وأوقـــات التلبيـــد الأطـــول إلـــى حجـــومِ ذرات أكبـــر (118,100,25)



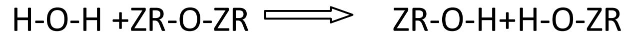
شكل (4−2)صورة مجهرية لذرات زيركونيوم تم تلبيدها تحت درجات حرارة مختلفة:

A: درجة حرارة التلبيد هي 1300°

B: درجة حرارة التلبيد هي 1450°

2−3−4 تأثير الحرارة الرطبة:

إن الحرارة الرطبة هي من العوامل المحرضة على التحولات من t ← m ولكن بتأثير سلبي على الزيركون لأن الماء المماس لسطح الزيركون يتفاعل لدى ارتفاع درجة الحرارة مع جزيئات الزيركون مفككاً للرابطة zr-o-zr وفقاً للتفاعل التالي:



H-O-H +ZR-O-ZR ⟹ ZR-O-H+H-O-ZR

الأمر الذي يؤدي إلى انتشار الشقوق بشكل بطيء وصامت .

وفي الوقت نفسه تحرض جزيئات الماء المتسربة داخل التشققات على التحولات مـــن t ← m مسببة نتيجة الزيادة الحجمية المرافقة بروزات على سطح الزيركون سهلة الانتزاع لدى التعرض لقوى الاحتكاك.(119,43)

لذلك ينصح بعدم استعمال الأتوغلاف في تعقيم زرعات الزيركون السنية الـــذي يضـــعف مـــن خصائصها الميكانيكية ويؤدي إلى الكسر.

التلوين:

يمكن تلوين الترميمات بعد التصنيع الآلي بوساطة غمرها بمحاليل لعديد من الأملاح المعدنية مثل السيروم أو البزموت أو الحديد أوغمرها بخليط معد لذلك الأمر .(120)

فيتحسن اللون خلال مرحلة التلبد النهائية و يؤثر تركيز المحلول بقوة في الظل النهائي .

كذلك فإن التراكيز الأدنى من 0,01 مول% كافية لتعطي تلويناً مُرضياً .

ثم إن درجات حرارة التلبد النهائية تؤثر على اللون الذي حصلنا عليه، لذلك لابد من احترام تعليمات المصنع بشكل جيد .

كما أنه لم تظهر الدراسات أن التلوين باستخدام الملونات المتنوعة قد يؤثر على الأطوار البلورية أو الخواص الميكانيكية للمنتج النهائي بدلاً من ذلك ، فمن الممكن الحصول على أكسيد الزيركونيوم المتلون من خلال إضافة بسيطة لأكاسيد معدنية متنوعة إلى المسحوق البدئي .(26)

2-3-5 المبادئ السريرية:

عند اختيار المريض للتعويض بالزيركونيوم يجب مراعاة بعض العوامل منها:

المسافة الإطباقية بين الأسنان ــ العادات خارج الوظيفية ــ تباعد الأسنان.

وإن تقدير المعايير المذكورة على قدر كبير من الأهمية.

أهم الخصائص:

مقاومة الانحناء (Y-TzP) حوالي 900 ــ 1200ميغاباسكال .

القساوة حسب Vickers: 1200–1400 ميغاباسكال.

الكثافة بعد التلبيد: 6,05 غرام/سم3.(99,44)

في حالة (**FPDs**) فإن الحد الأدنى للارتفاع السريري للدعامة يجب أن يكون 4 مم والسطح الكلي لمنطقة الوصلات يجب أن يتراوح بين 7 إلى 16 مم2.(99)

أظهر الرسم البياني في الدراسات المخبرية والسريرية أن حالة الفشل في ترميمات(**FPDs**) الخزفية الكاملة كانت تتمثل بالكسر العمودي للوصلة في منطقة الدمية؛ كما أن زيادة الحركة في الأسنان الداعمة يسهم في مثل هذه الكسور.(69)

الاستطبابات:

-التيجان المفردة الأمامية والخلفية:

-الجسور القصيرة والطويلة الأمامية والخلفية.

-الحشوات الداخلية والمغطية.

-أوتاد جذرية.

-الدعامات الخزفية فوق الزرعات السنية.(15,14)

مضادات الاستطباب:

- دمية مجنحة.
- العضة العميقة بسبب عدم إمكانية تأمين مسافة مناسبة للوصلات.
- التيجان القصيرة .

فيما يتعلق بالتحضير:

- التخفيض المحوري يجب أن يكون حوالي 1,2 إلى 1,5 مم .
- التخفيض الإطباقي يجب أن يكون 1,5 إلى 2,0 مم.
- ميلان الجدران 5-6 درجات.
- الكتف المدورة الزاوية بعرض 1مم هو تصميم يستخدم من أجل التوزيع الأمثل للقوى الإطباقية على الأسنان الداعمة خلال الوظيفة.(126)

ـ أظهر كيرن في دراسته أن قذف ذرات أوكسيد الألمنيوم(110 um) بضغط 2,5 بار على الوجه الداخلي للتاج مع استخدام إسمنت راتنجي (Panavia) يضمن أعلى قوة من الارتباط.(70)

أثبتت دراسات مخبرية معمقة القوة والتفوق لعمليات الترميم التي تعتمد على الزيركونيوم.غير أن احتمال توفر نتائج دراسات سريرية ذات مدى طويل محدود بالنسبة لهذه المواد الجديدة.(126,102)

الخاتمة:

إن الخواص الفيزيائية الممتازة للزيركون والتوافق الحيوي جعل منه مادة شائعة بين كـل مـواد الخزف المعاصرة.

وقد تم تبسيط طريقة إنتاج مثل هذه المواد باستخدام تقنيات عالية من تكنولوجيـا (CAD-CAM) وهذا أيضاً يلغي الإجراءات المخبرية المعتادة و يعطي ميزة إضافية وإطباقاً حفافياً متفوقاً.

والتقديم الحالي للخزف المرتكز على أكسيد الزيركونيوم على أنها مواد سنية ترميمية أدى إلـى توليد اهتمام كبير في المجتمع السني ، إذ إن الخصائص الميكانيكية لأكسيد الزيركونيـوم هـي الأعلى المسجلة بين مواد الخزف السني. وهذا من الممكن أن يؤدي إلى انخفاض حقيقي وهام في ثخانة القلب مما يسمح بتأمين القوة والجمال معاً .

4-2التفريز اليدوي

Milling Manual

يعتمد على آلية العمل التقليدية إذ يقوم المخبري بكل مراحل العمل وتتميز هذه الأنظمة بمرحلـــة هامة جداً هي مرحلة التجربة للهيكل وذلك قبل الشروع بآلية النسخ والتفريز إذ يتم استخدام قوالب الزيركون مع جهاز تفريز خاص لصنع التيجان والجسور.(133)

مكونات بلوكات الزيركونيوم:

جدول (3-2) المكونات الأساسية لبلوكات الزيركونيوم

المادة	الوزن%
ZrO2 + (HFO2)	النسبة الرئيسية
Y2O2	5,26 - 4,95
Al2O3	0,35 - 0,15
SiO2	0,02 حداً أعلى
Fe2O3	0,01 حداً أعلى
Na2O	0,04 حداً أعلى

مادة القلب:

تصنع القلوب والهياكل الأساسية للجسور من بلوكات الخزف قبل عملية التلبيد بوساطة جهاز التفريز الذي يشبه بعمله آلة نسخ المفاتيح؛ فنحصل على هيكل داخلي مكبر بمقدار 25% وبعد إجراء عملية التلبيد يتقلص بالنسبة السابقة نفسها لنحصل على الهيكل المطلوب.

عملية التلوين:

يتم غمر الهيكل بعد عملية التفريز وقبل عملية التقسية ضمن اللون المناسب لمدة ثانيتين فيتغلغل اللون ضمن المادة ويصل حتى عمق 0,2 ملم من السطح الخارجي.

جهاز التفريز:

وهو عبارة عن جهاز بساعدين يشبه عمله آلة نسخ المفاتيح إذ يتم تصنيع هياكل التيجان أو الجسور من المادة الأولية الخاصة (الكومبوزيت الخاص) فتوضع على قاعدة أمام الساعد الأول وعلى قاعدة الساعد الثاني يوضع القالب الخزفي الذي يناسب حجمه الأعمال المراد الحصول عليها، ويبدأ عمل الجهاز فيقوم الساعد الأول بالحركة وقراءة نموذج التعويض ويحرك معه الساعد الثاني الذي يقوم بتفريز القالب وفق قراءة النموذج؛ فنحصل على هيكل خزفي بحجم أكبر وذلك للسيطرة على التقلّص الذي سيتعرض له الهيكل أثناء عملية البناء الخزفي التقليدي، وقد قامت معظم الشركات المنتجة للخزف بتقديم قوالب خزفية لتستخدم في هذه التقنية، من هذه الأنظمة:

IPS emax CAD– IPS e.maz-Zir – –Lava Zirconia–Amanngirrbach –



شكل (2-5)جهاز التفريز اليدوي من شركة Amanngirrbach

2-5 الدراســـــات الســـابقة

Previous studies

نظرا لأهمية موضوع الانطباق الحفافي وكونه من أهم مبادئ نجاح أي تعويض ثابـــت ونتيجـــة للتطور الحاصل في مجالات طب الأسنان سواء من حيث المواد أو الأجهزة أو التقنيات الحديثـــة فقد تناولت العديد من الدراسات موضوع الانطباق الحفافي لهـــذه التقنيـــات الحديثـــة ومنهـــا ال CAD/CAM والمواد التعويضية الحديثة ومنها الزيركونيوم .ومن خلال المراجعة الواسعة لهذه الدراسات لم أجد دراسة مطابقة لهذه الدراسة وانما هناك بعض الدراسات المشابهة فـــي بعـــض الجوانب.

قام **McLean** و **Von Fraunhofer** عام 1971 بإجراء دراسة سريرية لمدة خمس ســـنوات لمعرفة قياس الفرجة الحفافية المقبولة سريرياً .

تمت الدراسة على أكثر من /1000/ ترميم ولمدة خمس سنوات وتم قياس المسافة بين التـــرميم والسن المحضرة بوساطة المسبر وبطريقة الفحص الشعاعي، وبطريقة الطبعة الداخلية بالمطـــاط وقد تراوحت القياسات بين /10–160/ ميكروناً وكانت هذه القيم مقبولة سريرياً وبالنتيجة فقد تم عَدُّ كل فرجة حفافية تساوي قيمتها 120 ميكروناً أو تقل عنه تقودإلى ترميم ناجح سريرياً.(79)

قام **Ellingsen** وزملاؤه عام 2002 بمقارنة دقة الانطباق الحفـــافي لتيجـــان الزيركونيـــوم المصنعة بنظام(CEREC 2) مع (CEREC 3D) إذ تم إجراء مسح ضوئي للسن المحضرة (رحى أولى سفلية يمنى) باستخدام كاميرا (CCD) وصورة رقمية ثلاثية الأبعاد مولدة على الشاشة، ثم تم تصميم الترميم بعد ذلك. وقد كان هناك عشر تيجان مصنوعة باستخدام (Cerec 2) وعشر تيجان مصنوعة باستخدام (Cerec 3).

وقد وجدوا في التقييم المخبري للانطباق الحفـــافي لنظـــام (CEREC 2) مـــع (CEREC 3D) أن الانطباق الحفافي لتيجان (CEREC 3D) (47.5 ± 19.5 um) كان أفضل بشكل ملحوظ مقارنة بـــ (CEREC 2) (97.0 ± 33.8 um) وكلاهما يقع ضمن المجال المقبول سريرياً.(32)

وقام **Nakamura** وزملاؤه عام 2003 بدراسة تأثير عامل التصميم CAD (الفراغ المصمم بالكمبيوتر والمخصص لإسمنت التثبيت) وزاوية التقارب الإطباقية للدعامات على الانطباق الداخلي والحفافي .

– وتم صنع تسعة تيجان خزفية CAD/CAM بتسع حالات مختلفة.

– ثلاث زوايا مختلفة للتقارب الإطباقي (4.8 and 12 degrees).

– ثلاثة إعدادات مختلفة للفراغ المخصص لإسمنت التثبيت (10,30 و50 ميكروناً).

النتائج:

عندما تم ضبط الفراغ على 10 ميكرون كانت الفرجات الحفافية للتيجان أكبر مما كانت عليه عندما تم ضبطه على 30 أو 50 ميكروناً.

وقيم الفرجات الحفافية كانت تتراوح بين 116 إلى 162 ميكروناً وتميل إلى الانخفاض كلما انخفضت زاوية التقارب الإطباقية للدعامة.(88)

كما قام **Ezzatollah** وزملاؤه عام 2008 بإجراء دراسة حول الانطباق الحفافي وعلاقته بشكل خط الإنهاء. وقد تألفت العينة من 40 تاجاً :

20 تاجاً حُضِّروا بكتف مشطوبة (زاوية 45 ْ)

و20 تاجاً حُضِّروا بكتف مائلة (زاوية 135 ْ)

النتيجة: مقدار الفجوات الحفافية للمجموعة الأولى 40,78 ± 18,41

مقدار الفجوات الحفافية للمجموعة الثانية 52,8 ± 27,4

وليس هناك أي فروق إحصائية بين الطريقتين.(33)

وقام **Komine** وزملاؤه عام 2005 بإجراء دراسة لمعرفة مدى تأثير شكل الهيكل الأساسي لجسور رباعية الوحدات مصنعة من خزف أكسيد الزيركونيوم الملبد جزئياً(ZrO2) على الانطباق الحفافي.

تم تصنيع 48 هيكلاً للجسور الرباعية الوحدات باستخدام ثـــلاث طـــرق مختلفـــة مـــن أنظمـــة CAD/CAM

وتم تصنيع نموذجين مختلفين من شكل الهيكل (مستقيم ومنحنٍ).

وتم قياس الانطباق الحفافي في 60 نقطة على حواف التحضير لكل دعامة.

جدول (4–2) نتائج دراسة Komine وزملائه لمعرفة مدى تأثير شكل الهيكـــل الأساســـي لجســـور رباعيـــة الوحدات مصنعة من خزف أكسيد الزيركونيوم الملبد جزئيا على الانطباق الحفافي.

قيم التعارضات الحفافية	هيكل مستقيم	هيكل منحنٍ
(Cercon Smart Ceramics)	88 ميكروناً	120 ميكروناً
(Vita YZ/Cerec In-Lab)	86,5 ميكروناً	96,8 ميكروناً
(Xawex)	113,4 ميكروناً	147,3 ميكروناً

الخلاصة :

– الانطباق الحفافي يتأثر بنوعية نظام التفريز المستخدم.

– الانطباق الحفافي يتأثر بالشكل والتصميم للهيكل المصنع من خزف أكسيد الزيركونيوم الملبد جزئياً.(71)

وقد قام **هيرتلين** وزملاؤه عام 2003 بالتحقق من الانطباق الحفافي لجسور الإيتريوم زيركونيا المنتجة باستخدام نظام (Lava) وبطريقتي تفريز مختلفين الأولى مدتها 75 دقيقة والثانية مـــدتها 56 دقيقة. وذلك لثلاث وحدات من هياكل الجسور المصنوعة من الزيركونيا.

فاستنتجوا أن زمن التفريز لا يؤثر في الانطباق الحفافي إذ كانت النتائج (61 um ± 25 للأولى مقابل 59 um ± 21 للثانية) .(55).

وقام **Tinschert J** وزملاؤه عام 2001 باجراء دراسة مخبرية لتقيـــيم الانطبـــاق الحفـــافي لأسنان خلفية معتمدة علـــى الزيركونيـــا والألومينـــا المصـــنوعة بنظـــام CAD/CAM (DCS Precident).

وبقياس الانطباق الحفافي الذي كان بين 60 ــ 70 ميكروناً استنتجوا أن هذا النظام يلتقي مــع طلب أن تكون قيمة الانطباق الحفافي دون 120 ميكروناً.(125)

وقام **Besimo C** وزملاؤه عام 1997 بدراسة مقدار الفرجة الحفافية لتيجان التيتانيوم بالنظام السابق نفسه (DCS Precident) ووجدوا أن:

قيم الانطباق الحفافي لكل التيجان المصنعة تراوحت بين 31,5 و47,0 ميكروناً.(16)

وقام **Bindl** وزملاؤه عام 1999 بفحص الانطباق الحفافي والداخلي للتيجان الأمامية المصنعة بوساطة نظام CEREC عن طريق إجراء ستة أنواع من تحضيرات الحواف مصممة لأســنان مختلفة فتبين أنه ليس هناك اختلافات جوهرية بين التصاميم المختلفة.(17)

وقام **May** وزملاؤه عام 1998 بدراسة مقدار الفرجة الحفافية للتيجان المصنعة وفق نظام

(Procera / All Ceram) فكانت النتيجة أن متوسط الفرجة الحفافية تراوحت بين 54 الى 64 ميكروناً.(80)

.

وقام **Mormann** وزملاؤه عام 1997 بإجراء بحث لتقدير دقة التفريــز ودقــة الانطبــاق لحشوات الخزف الداخلية المصنعة باستخدام نظام (Cerec 2) و(Cerec 1). فوجــدوا أن دقــة التفريز باستخدام (Cerec 2) أفضل بـــ (2.4) مرة من تلك التي تــتم باســتخدام (Cerec 1) و تطور بنسبة 30% في دقة الانطباق في الترميمات التي تستخدم (Cerec 2) مقارنة بتلك التــي تستخدم (Cerec 1).(84)

وقام **Ariko** عام 2003 بدراسة مخبرية لمعرفة مقدار الفرجة الحفافية لتيجــان الزيركونيــوم المصنوعة بنظام (Cercon all - Ceram) فكانت القيمة هي 31,3 ميكروناً .(3)

وقام **RAIGRODSKI** وزملاؤه عام 2006 بإجراء دراسة سريرية لإحدى مـــواد (Y-TzP) وفق نظام LAVA وهذه الدراسة تحتوي على 16 وحدة من (FPD) وبعد 36 شهراً أظهرت أداءً جيداً من حيث سلامة الحواف وانطباقها.(102)

وقام **VULT VON** عام 2005 بإجراء دراسة حول (DC-Zirkon) (DCSP recident) على 18 مريضاً و 20 (FPDs) (بين 3 إلى 5 وحدات) في فترة 3 سنوات أظهرت نجاحاً بنســبة 100% في كل مناطق الفم.(126)

وقام **Groten** وزملاؤه عام 2000 بإجراء دراسة مخبرية لتحديد عــدد القياســات الواجــب إجراؤها عند قياس الفرجة الحفافية مخبرياً .

العينة مكونة من عشرة تيجان خزفية كاملة وضعت على قاطعة مركزية علوية. إذ تم أخذ 230 قياساً في البداية على كل تاج من تيجان العينة بطريقتين :

- طريقة نظامية: كانت المسافة بين النقاط المقاسة متســاوية 100 ميكــرون ثــم 200 ميكرون ثم 2000 ميكرون.
- طريقة عشوائية: اختيار المسافات بشكل عشوائي.

ثم تم تخفيض عدد النقاط من 230 إلى 100 وهكذا حتى عشر نقاط .

النتيجة: للحصول على معلومات ذات دلالة سريرية عن حجم الفرجة الحفافية المقاسة ينبغـــي أن يكون عدد القياسات هو خمسين على الأقل سواء تم ذلك بالطريقة النظامية أو العشوائية.(45)

6-2 الهدف من البحث
Aim of the Study

يهدف هذا البحث إلى الدراسة والمقارنة للانطباق الحفافي لتيجان الزيركونيوم المصنعة بوساطة الكمبيوتر والمصنعة بآلية النسخ اليدوي عن طريق قياس الفرجة الحفافية بوساطة مجهر قياس الأبعاد.

الباب الثالث

مواد البحث وطرائقه

Material & Methods

3-1المواد والأجهزة المستخدمة في البحث
Material and devices used in the study

3-1-1 مواد البحث:

- ❖ ثنية علوية إكريلية .
- ❖ مادة الطبع وهي عبارة عن مطاط بولي فينيل السيلوكسان قاسٍ ورخو من شركة



شكل (1-3) المطاط الإضافي من شركةcoltene

- ❖ خليطة معدن نيكل كروم .
- ❖ جبس عالي القساوة من النمط الرابع (Begostone plus, BEGO, Germany).
- ❖ مواد نظام AMANNGIRRBACH للتفريز اليدوي وهي:
  - فازلين يستخدم كمادة عازلة.
  - سيرنغ من كومبوزيت خاص لصنع النموذج الأولي (Rigid Syring) .



شكل (3-2) الكومبوزيت الخاص**Rigid Syring**

- عازل Separating Spray.
- قطع من مادة الزيركونيوم للتفريز اليدوي Zirconium blanks .



شكل (3-3) بلوك زيركونيوم للتفريز اليدوي

- مواد نظام AMANNGIRRBACH للتفريز الآلي (CAD/CAM):

- قطع من مادة الزيركونيوم للتفريز الآلي Zirconium blanks.



شكل (3-4) بلوك زيركونيوم للتفريزالآلي

- مادة خاصة ترش بها الدعامة قبل إجراء المسح الليزري.



شكل (3-5) مادة رش الدعامة قبل إجراء المسح الليزري

3-1-2 أدوات البحث وأجهزته :

❖ كرسي سني مع قبضة توربينية عالية السرعة ماركة NSK يابانية الصنع .



شكل (6-3)قبضة توربينية ماركة NSK

❖ سنابل ماسية نوع (Komet) :

- سنبلة أسطوانية قطرها 1ملم.
- سنبلة مخروطية مدورة الرأس بقطر ا ملم .
- سنبلة لهب شمعة لتحضير السطح الحنكي.

❖ علب بلاستيكية صغيرة (هي عبارة عن العلب الأسطوانية التي تحوي عادة أقماع كوتابيركا من شركة ألفا دنت) وقد تم تثقيبها من أجل أخذ الطبعة المطاطية.

❖ موتور وقبضة صناعية

❖ أدوات للتأكد من زاوية التحضير:

- فرجار ذو رأسين حادين.
- منقلة.
- مسطرة.
- ورق ميلمتري.

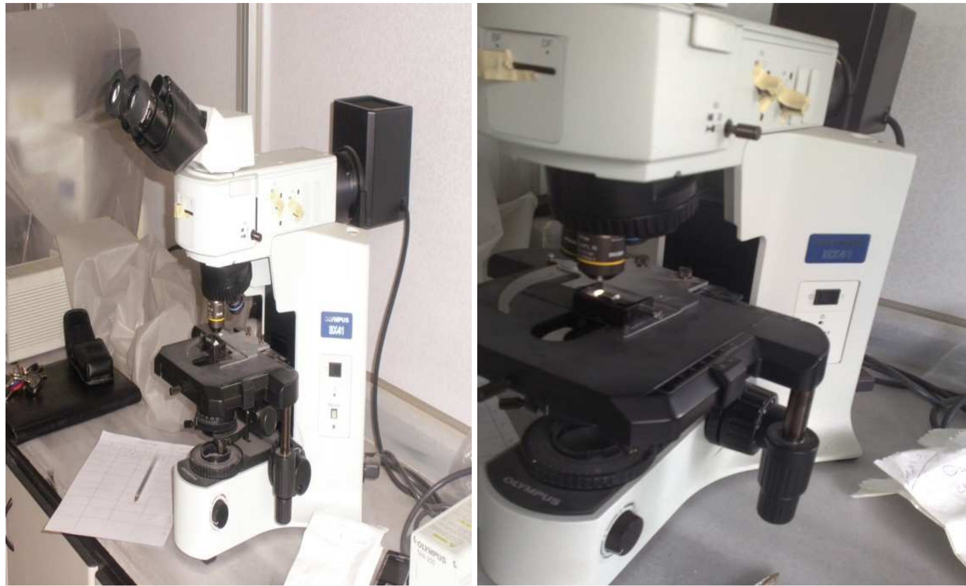
❖ مكبرة .

❖ مسبر سني قطر رأسه 80 ميكرون(EXD5)



شكل (3-7)المسبر السني نوع EXD5

❖ مجهر ضوئي خاص بقياس الأبعاد موجود في كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة دمشـــق (OLYMPUS OPTICAL CO. LTD, Japan).



شكل (3-8) المجهر الضوئي

❖ ملزمة صنعت خصيصاً لتثبيت التاج على السن.



شكل (3-9) ملزمة التثبيت

❖ حاسب محمول نوع DELL استخدم لنقل الصور المجهرية وكتابة البيانات المتعلقة بالبحث .

❖ أدوات وأجهزة نظام AMANNGIRRBACH للتفريز اليدوي وتتضمن :

- آلة التفريز الخاصة بالنظام Milling Machine .



شكل (3-10) جهاز التفريز اليدوي Milling Machine

- جهاز تصليب ضوئي .



شكل (3-11)جهاز التصليب الخاص بالنظام

- طاولة مجهزة بأدوات للتحكم بآلة التفريز .
- وحدة شفط الغبار .



شكل (3-12) وحدة شفط الغبار

- مجموعة من سنابل التفريز .



شكل (3-13) سنابل التفريز

- فرن التلبيد .



شكل (3-14) فرن التلبيد

❖ أدوات وأجهزة نظام AMANNGIRRBACH للتفريز الآلي CAD/CAM :

- جهاز كومبيوتر مع برنامج خاص بالتصميم ثلاثي الأبعاد (برنامج نظام AMANNGIRRBACH).
- جهاز مسح ضوئي مع كاميرات دقيقة يعمل بالليزر .
- جهاز التفريز الآلي(_Ceramill_Motion) من AMANNGIRRBACH وهو أتوماتيكي بالكامل .
- جهاز شفط للغبار الناتج عن التفريز .



شكل (15-3)جهاز التفريز الآلي



شكل (16-3)جهاز التفريز الآلي من الداخل

3-2 طريقة العمل

المرحلة الأولى :تحضير الدعامة

تم تحضير الدعامة بوساطة قبضة توربينية وسنابل ماسية بما يتناسب مع الترميمات الخزفية الكاملة .

ومن خلال اتباع طريقة ميازيب الدلالة :

- تم إنقاص 2,5 ملم من الحد القاطع.
- تم إنقاص حوالي 1 ملم محورياً من الجدران المحورية .
- عمل التقعر الحنكي بعمق 1 ملم .
- تم الحصول على ميلان الجدران بحدود 6 _ 12 درجة وبارتفاع 7 ملم.

- تم الحصول على كتف مدور الزاوية بوساطة رأس السنبلة الماسية المخروطية المدور وبعرض ا ملم تقريباً.(46)

وتمّ استعمال سنابل ماسية خشنة في البداية ثم سنابل ناعمة من أجل الحصول على خط إنهاء ناعم.

المرحلة الثانية : صب التوءم المعدني وأخذ الطبعات

تم صب السن الإكريلية بخليطة نيكل- كروم، فحصلنا بذلك على المثال الرئيسي المعدني

وقد تم عمل حفرة صغيرة في قاعدته لكي يستقر فيها برغي ملزمة التثبيت .

ثم تم أخذ 20 طبعة بوساطة القوالب البلاستيكية المثقبة التي جهزت لهذا الغرض وتم أخذ الطبعات بطريقة المرحلة الواحدة باستخدام المطاط الإضافي ذي الدقة العالية.

إذ تم مزج المطاط القاسي ووضعه بالقالب البلاستيكي وحقن المطاط الرخو حول التوءم الرئيسي المعدني ثم إدخال القالب البلاستيكي فوق التوءم الرئيسي قبل تصلب المطاط الرخو المحقون حوله وبعد تمام التصلب نزع القالب البلاستيكي لنحصل على الطبعة المطلوبة.

صُبَّت الطبعات خلال ساعة من أخذها بوساطة جبس عالي القساوة من النمط الرابع،

و تُركت الطبعات المصبوبة لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة حتى تمام تصلب الجبس

المرحلة الثالثة: صنع التيجان

تكونت العينة المدروسة من 20 تاجاً خزفياً من الزيركونيوم وقسمت إلى مجموعتين :

- 10 تيجان خزفية خالية من المعدن وفق نظام AMANNGIRRBACH للتفريز اليدوي .
- 10 تيجان خزفية خالية من المعدن وفق نظام AMANNGIRRBACH للتفريز الآلي CAD/CAM.

صنع عينات نظام AMANNGIRRBACH للتفريز اليدوي :

- طلي الدعامة بطبقة من الفازلين .
- يتم بناء الهيكل من مادة راتنجية ذات قوام سيال (Rigid Syring) وتتميز بإعطاء انطباق صميمي على الدعامات وختم مثالي للحواف ويتم تصليبه بجهاز LIGHT CURE . بداية يتم البناء بعيداً عن الحواف، ويتم تصليبه، ثم تبنى الحواف من المادة نفسها بوساطة أداة دقيقة.
- يتم إنهاء هيكل الكمبوزيت بسنابل تنغستن خاصة ويتم التأكد من منطقة الحواف .
- يتم تثبيت هيكل الكمبوزيت على صفيحة إكريلية خاصة (Template) بعد صنع فراغ مناسب له ضمنها .
- توضع الصفيحة الإكريلية في مكانها المخصص ضمن جهاز التفريز بعد أن يتم تثبيت هيكل الكمبوزيت عليها .
- ويثبت بالمناظر لها ضمن جهاز التفريز قطعة من الزيركونيوم وهي على شكل بلوكات وبقياسات متعددة .

- تبدأ عملية التفريز بوساطة رأس كليل يعمل على قراءة أبعاد الهيكل الراتنجي وبالمقابل يعمل رأس عامل (مجموعة سنابل خاصة يتم تبديلها على هذا الرأس) على تفريز بلـــوك الزيركون وفق القراءة التي نقلت له ويتم التحكم بهذه المرحلة يدوياً من قبـــل المخبـــري ويتم تغيير الرؤوس المستخدمة بعدة قياسات حتى تتضح معالم الهيكل بشكل دقيق كما أن التفريز لا يتم على المحور الأفقي فحسب بل هناك عدة محاور مائلة تمكننا من الوصول لأدق التفاصيل، وتستغرق هذه العملية حوالي 10 –15 دقيقة لتفريز تاج واحد .
- نحصل بعد ذلك على هيكل خزفي مكبر بمقدار 25% .

- بعد ذلك تتم عملية التلوين للهيكل الخزفي وهو بقوامه الطبشوري حيث يكـــون شـــرهاً للسوائل .
- ثم يتم تعريضه للأشعة تحت الحمراء لتثبيت الأكاسيد اللونية داخل ذرات الهيكل الخزفي
- بعد ذلك تأتي مرحلة التقسية (التلبيد) داخل أفران خاصة تصل درجة الحرارة فيها إلى 1500 درجة .

ملاحظة :

تمت عملية التفريز للتاج بشكله التشريحي كاملاً دون عمل قبعة ثم تمت عمليـــة بنـــاء طبقـــات الخزف .

صنع عينات نظام AMANNGIRRBACH للتفريز الآلي CAD/CAM :

- تم رش النموذج الجبسي ببودرة خاصة .
- وضع النموذج ضمن جهاز المسح الليزري حيث تتم عملية المسح .
- تم إجراء ضبط متعدد المحاور للنموذج الجبسي والحزمـــة الليزريـــة المنبعثـــة بهـــدف الحصول على بيانات توضح كل تفاصيل النموذج الجبسي .
- تم الحصول على صورة ثلاثية الأبعاد للنموذج على شاشة الكمبيوتر .
- من خلال برنامج التصميم على الكمبيوتر تم تصحيح الأخطاء في الصورة وتحديد خط الإنهاء .
- ومن خلال برنامج التصميم أيضاً تم تصميم التاج بشكل كامل .
- تم تعديل الأبعاد بوساطة برنامج التصميم بزيادتها بمقدار 25% للتعويض عن الانكماش بعد التلبيد .
- بعد ذلك تم تثبيت المعلومات وحفظها .

- تم وضع قالب الزيركونيوم في مكانها المخصص ضمن جهاز التفريز .
- بعد ذلك تم إعطاء أمر التفريز .
- يستطيع جهازالتفريزالآلي (Ceramill_Motion_) أن يبدل الأدوات بشكل آلي ويقــوم بقلب القطعة التي يتم العمل عليها بشكل آلي أيضاً وذلك لنحت الجانب الآخــر وكــذلك الأوجه الداخلية من التاج .
- بعد الانتهاء من نحت الترميم يتم فصله عن الجزء المتبقي الذي يكون ممسوكاً من قبــل الآلة.
- عملية الصقل النهائي.
- عملية التقسية (التلبيد) ضمن فرن الخزف وبدرجة حرارة 1500 درجة.

<u>ملاحظة:</u>

أيضاً في هذه العينة تمت عملية التفريز للتاج بشكله التشريحي كاملاً دون عمل قبعة ثم تمت عملية بناء طبقات الخزف .

<u>فحص التيجان بعد إنجازها:</u>

- تم التأكد من الانطباق الكامل لكافة تيجان العينتين على المثال الرئيسي المعدني .
- بوساطة المكبرة تم التحري عن وجود أي كتف بارز وتعديله عند وجوده.

<u>الدراسة المجهرية :</u>

1. تم تثبيت كل تاج على التوءم الرئيسي المعدني بوساطة الملزمة التي صنعت خصيصــاً لهذا الغرض إذ يستقر رأس برغي الملزمة ضمن الحفرة الصغيرة التي صنعت في قاعدة التوءم الرئيسي المعدني وبشكل تكون فيه الفرجة الحفافية قائمة قدر الإمكان على محور عدسة المجهر الضوئي و يُشد البرغي بمقدار نصف دورة (180 درجة) من بداية تماس رأسه مع قاعدة التوءم المعدني؛ وذلك بهدف توحيد مقدار الضغط المطبّق على كل تاج.



شكل (3-17) طريقة وضع العيّنة تحت المجهر الضوئي

2. تم وضع التاج بداية على السطح الحنكي ثم الوحشي ثم الدهليزي ثم الأنسي وقد رقمت السطوح كالتالي :

السطح I: السطح الحنكي.

السطح II: السطح الوحشي.

السطح III: السطح الدهليزي.

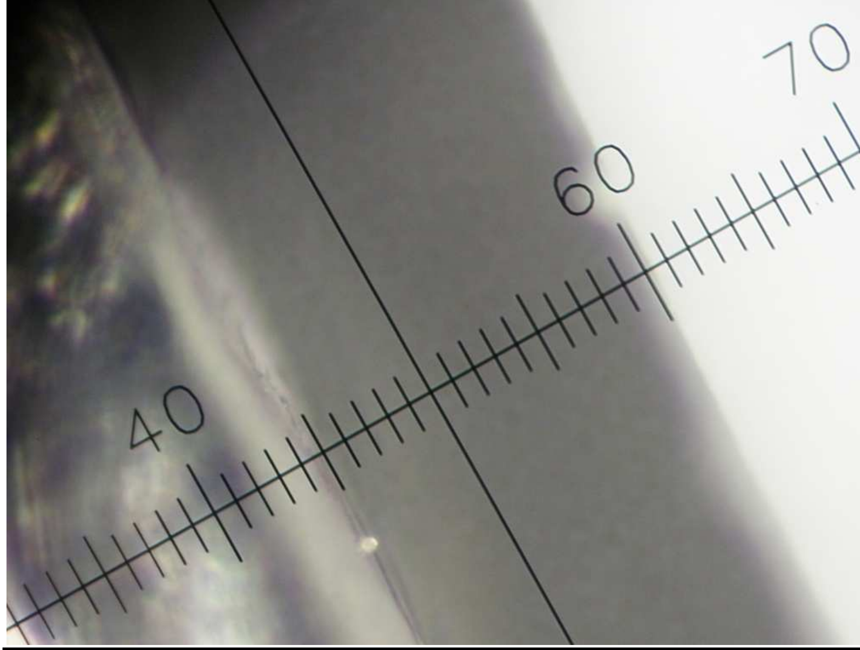
السطح IV: السطح الأنسي.

3. تم استخدام المجهر الضوئي المزوّد بمسطرة مجهريّة بدقّة 10 ميكرون وبمعدّل تكبير 100 مرّة .
4. الفرجة الحفافية التي تم قياسها هي :

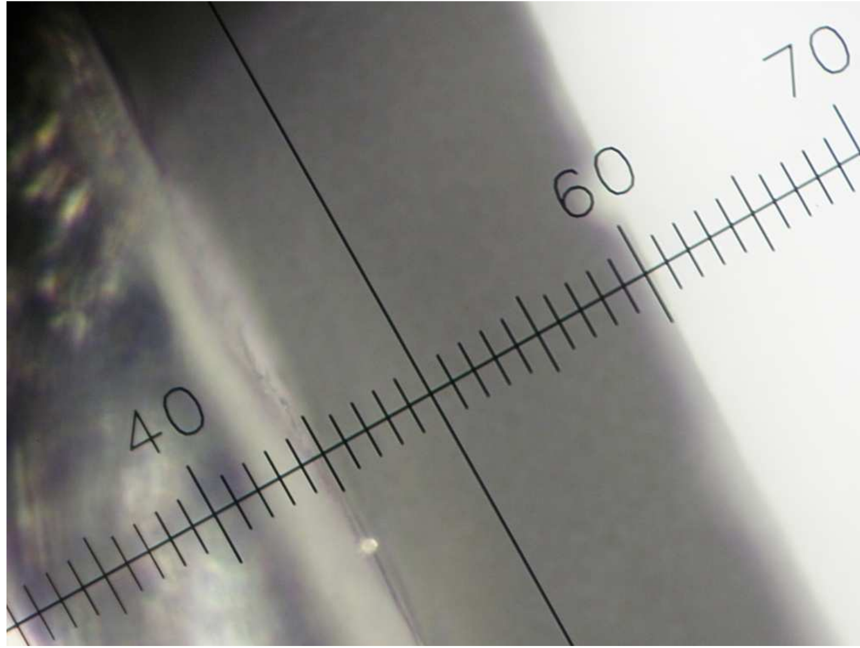
المسافة من أبعد نقطة محيطية خارجية على السطح الداخلي للمرممة عند الحواف إلى أبعد نقطة محيطية من الزاوية الخارجية للكتف المحضرة .

5. تم إجراء حوالي **ألف قياس** لكافة الدراسة بمعدل تقريبي خمسين قياساً على محيط كل تاج وقد تم اختيار نقاط القياس بشكل عشوائي، وتم تسجيلها ضمن جداول خاصة.

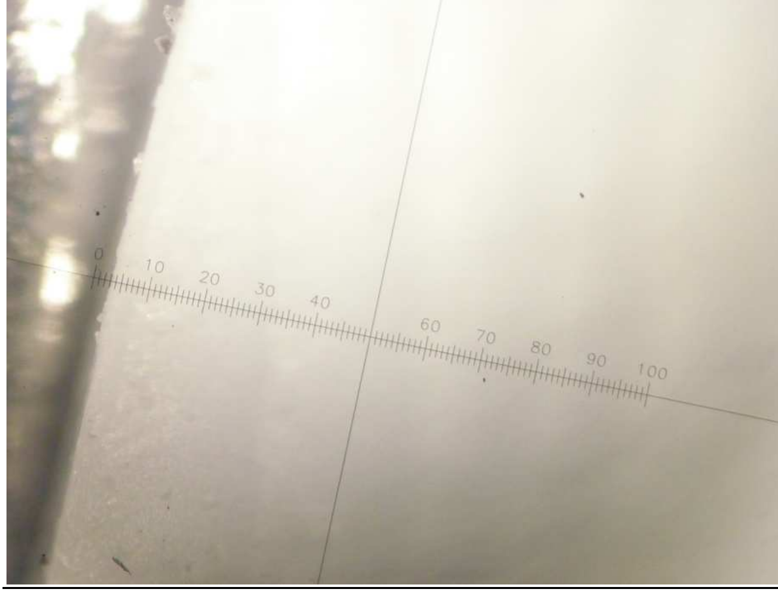
وفيما يلي بعض الصور المجهرية:



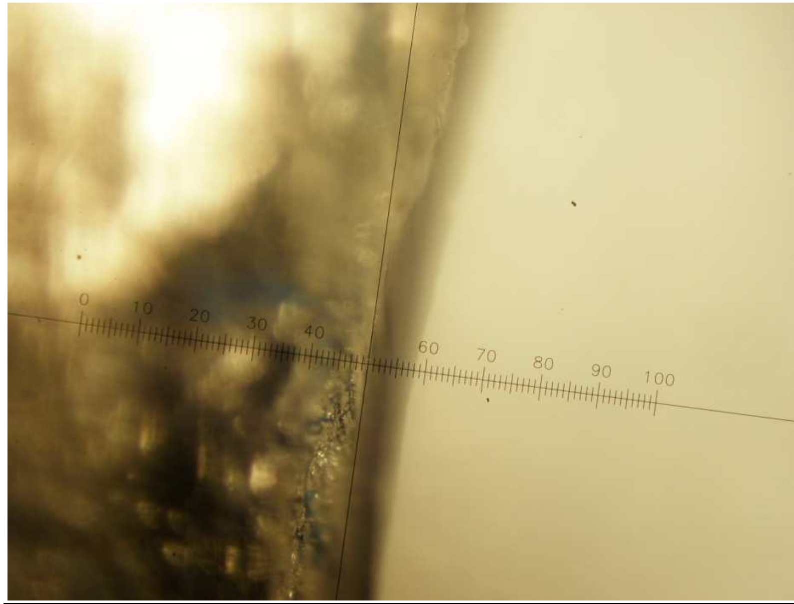
شكل (18-3)صورة مجهرية تظهر مقدار الفرجة الحفافية في التاج رقم 9 من مجموعة النسخ اليدوي



شكل (19-3)صورة مجهرية تظهر مقدار الفرجة الحفافية في التاج رقم 10 من مجموعة النسخ اليدوي



شكل رقم (20-3) صورة مجهرية تظهر مقدار الفرجة الحفافية في التاج رقم 2 من مجموعة النسخ الآلي



شكل رقم (21-3) صورة مجهرية تظهر مقدار الفرجة الحفافية في التاج رقم 1 من مجموعة النسخ الآلي

الدراسة الإحصائية:

تم إجراء الدراسة الإحصائية المفصلة لكافة النتائج من خـــلال حســـاب المتوســـطات الحســـابية والانحرافات المعيارية و اختبار T ستيودنت و اختبار تحليل التباين الأحادي الجانب ANOVA و اختبار Benferroni للمقارنة الثنائية بين متوسّطات المتغيّرات المدروسة.

وتم مقارنة نتائج العينتين.

وتم عَدُّ أكبر قيمة مقبولة سريرياً لمقدار الفرجة الحفافية هي (120) ميكروناً وهي القيمة التي حددها كل من **McLean** و **Von Fraunhofer** في دراستهما.(79)

الباب الرابع

النتائج

Results

4- النتائج

1-4 وصف العينة:

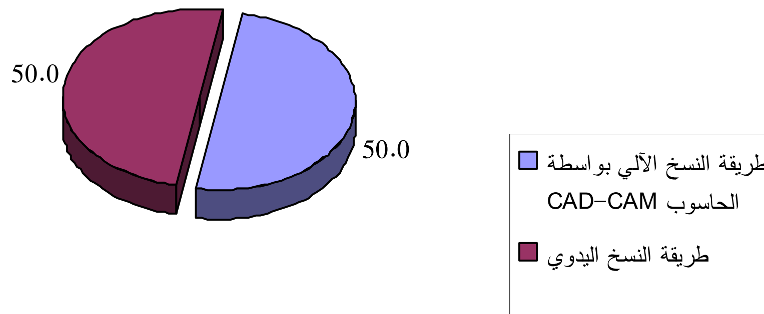
تألفت عينة البحث من 20 تاجاً كانوا مقسمين إلى مجموعتين متساويتين وفقاً لطريقة التصـــنيع المتبعة (طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM، طريقة النسخ اليدوي)، وقد تم تحديد 48 نقطة قياس كانت موزعة بالتساوي على السطوح الأربعة المدروسة لكل تاج (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي)، وبالتالي بلغ العدد الكلي لنقاط القياس المحددة في عينة البحث 960 نقطة قياس، كانت مقسمةً إلى مجموعتين رئيستين متساويتين وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة (طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM، طريقة النسخ اليدوي)، وقد كان توزع التيجان ونقاط القياس في عينة البحث كما يلي:

1 – توزع التيجان في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة:

جدول رقم (4-1) توزع التيجان في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة.

طريقة التصنيع المتبعة	عدد التيجان	النسبة المئوية
طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM	10	50.0
طريقة النسخ اليدوي	10	50.0
المجموع	20	100

النسبة المئوية لتوزع التيجان في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة

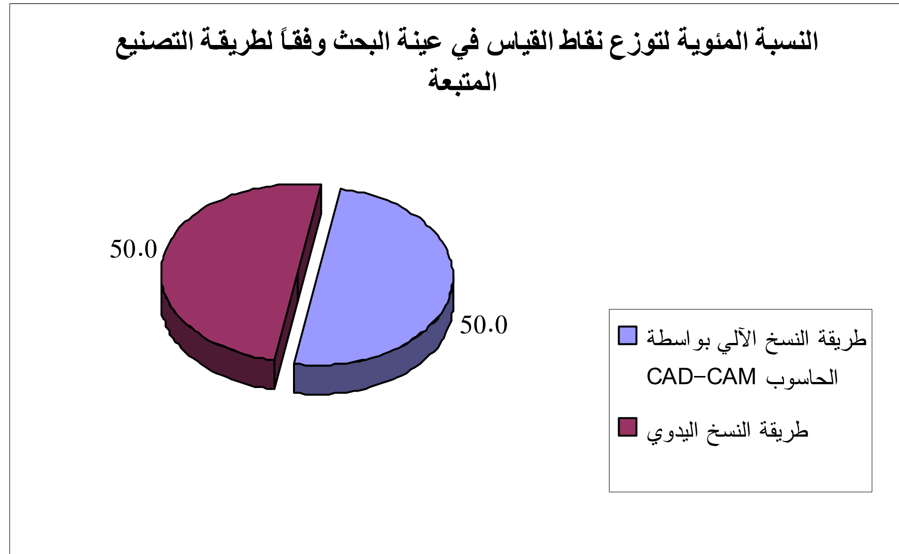


مخطط (4-1) يمثل النسبة المئوية لتوزع التيجان في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة.

2 – توزع نقاط القياس في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة:

جدول رقم (2–4) توزع نقاط القياس في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة.

طريقة التصنيع المتبعة	عدد نقاط القياس	النسبة المئوية
طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM	480	50.0
طريقة النسخ اليدوي	480	50.0
المجموع	960	100

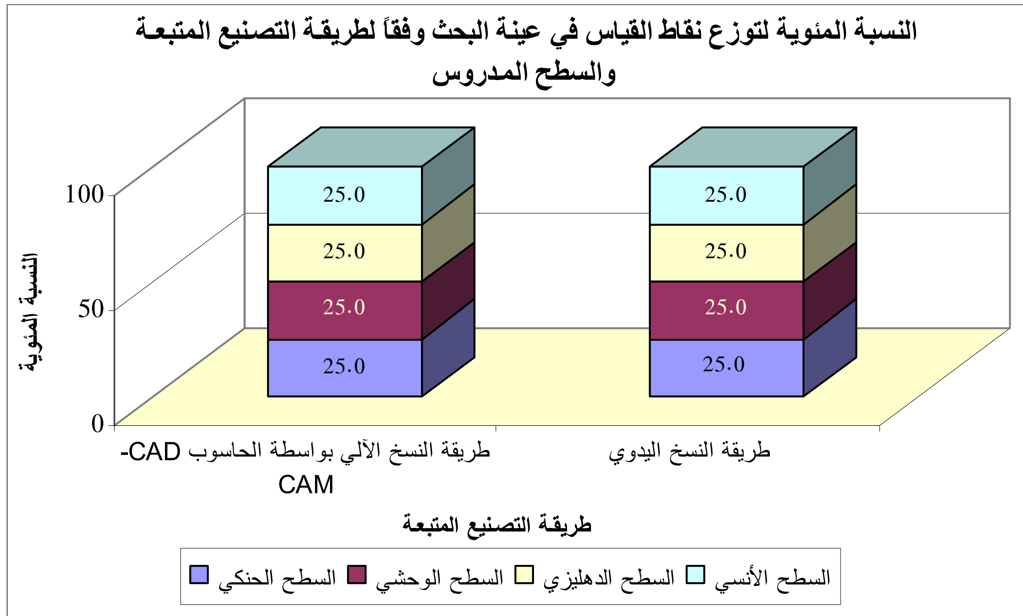


مخطط رقم (2–4) يمثل النسبة المئوية لتوزع نقاط القياس في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة.

3 – توزع نقاط القياس في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس:

جدول رقم (3–4) توزع نقاط القياس في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس.

طريقة التصنيع المتبعة	السطح المدروس	عدد نقاط القياس	النسبة المئوية
طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM	السطح الحنكي	120	25.0
	السطح الوحشي	120	25.0
	السطح الدهليزي	120	25.0
	السطح الأنسي	120	25.0
	المجموع	480	100
طريقة النسخ اليدوي	السطح الحنكي	120	25.0
	السطح الوحشي	120	25.0
	السطح الدهليزي	120	25.0
	السطح الأنسي	120	25.0
	المجموع	480	100



مخطط (3-4) يمثل النسبة المئوية لتوزع نقاط القياس في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس.

2-4 الدراسة الإحصائية التحليلية

تم قياس مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) عند كل نقطة من نقاط القياس المدروسة في عينة البحث ثم تم اعتماد المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية المقاسة على كل سطح من السطوح المدروسة وعلى كامل التاج عموماً كما في المعادلات التالية:

مقدار الفرجة الحفافية في السطح الحنكي عموماً لكل تاج = المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية لجميع نقاط القياس الواقعة على السطح الحنكي للتاج نفسه

مقدار الفرجة الحفافية في السطح الوحشي عموماً لكل تاج = المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية لجميع نقاط القياس الواقعة على السطح الوحشي للتاج نفسه

مقدار الفرجة الحفافية في السطح الدهليزي عموماً لكل تاج = المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية لجميع نقاط القياس الواقعة على السطح الدهليزي للتاج نفسه

مقدار الفرجة الحفافية في السطح الأنسي عموماً لكل تاج = المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية لجميع نقاط القياس الواقعة على السطح الأنسي للتاج نفسه

مقدار الفرجة الحفافية عموماً لكل تاج = المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية لجميع نقاط القياس المدروسة للتاج نفسه

كما تم إجراء التقييم السريري لمقدار الفرجة الحفافية لكل نقطة من نقاط القياس المدروسة في عينة البحث وفقاً لدراسة Von fraunhofer وmclean التي تنص على جعل الفرجة الحفافية مقبولة سريرياً إذا كانت بمقدار 120 ميكروناً أو أقل.

ثم تمت دراسة تأثير طريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس على المتغيرات المقاسة والمحسوبة في عينة البحث وكانت نتائج التحليل كما يلي:

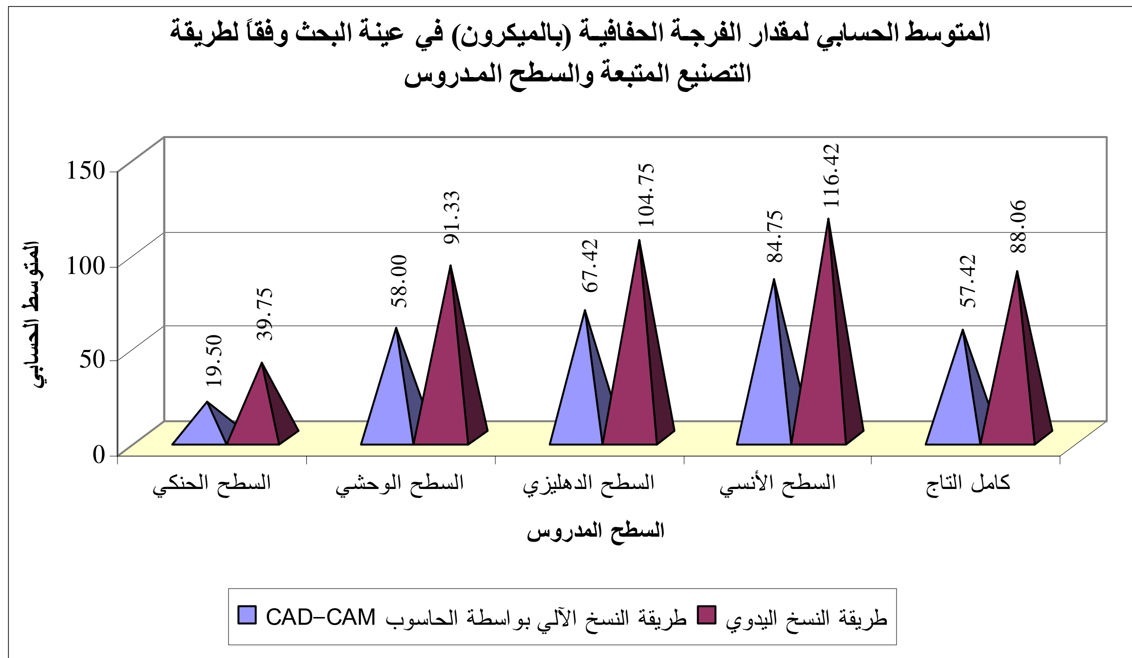
1 - دراسة مقدار الفرجة الحفافية:

- **دراسة تأثير طريقة التصنيع المتبعة على مقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً للسطح المدروس:**

- تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، وذلك وفقاً للسطح المدروس كما يلي:

جدول (4-4) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس.

المتغير المدروس	السطح المدروس	طريقة التصنيع المتبعة	عدد التيجان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون)	السطح الحنكي	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	10	19.50	3.77	1.19	12.50	26.67
		طريقة النسخ اليدوي	10	39.75	7.85	2.48	28.33	52.50
	السطح الوحشي	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	10	58.00	16.39	5.18	30.00	76.67
		طريقة النسخ اليدوي	10	91.33	16.63	5.26	56.67	116.67
	السطح الدهليزي	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	10	67.42	17.26	5.46	38.33	93.33
		طريقة النسخ اليدوي	10	104.75	25.84	8.17	56.67	142.50
	السطح الأنسي	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	10	84.75	13.32	4.21	65.83	111.67
		طريقة النسخ اليدوي	10	116.42	19.37	6.13	85.00	135.83
	كامل التاج	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	10	57.42	5.11	1.62	48.96	63.54
		طريقة النسخ اليدوي	10	88.06	12.12	3.83	57.08	103.13



مخطط (4-4) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس.

- **نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:**

جدول (5-4) نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بـــالميكرون) بـــين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، وذلك وفقـــاً للســـطح المدروس.

السطح المدروس	قيمة t المحسوبة	درجات الحرية	الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
السطح الحنكي	-7.355	18	-20.25	2.75	0.000	**ثمة فروق دالة**
السطح الوحشي	-4.515	18	-33.33	7.38	0.000	**ثمة فروق دالة**
السطح الدهليزي	-3.799	18	-37.33	9.83	0.001	**ثمة فروق دالة**
السطح الأنسي	-4.260	18	-31.67	7.43	0.000	**ثمة فروق دالة**
كامل التاج	-7.369	18	-30.65	4.16	0.000	**ثمة فروق دالة**

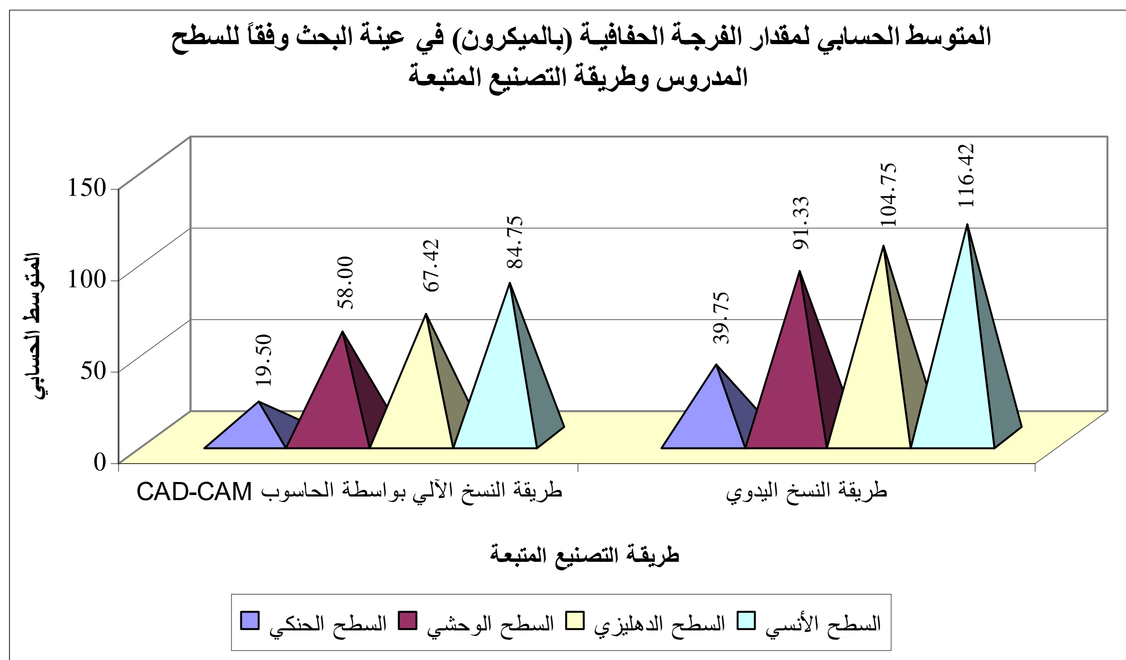
يلا حظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0,05 مهما كان السطح المدروس (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) وفي كامل التاج، أي إنه عند مستوى الثقة 95% يكون هناك فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM كانت أصغر منها في مجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، مهما كان السطح المدروس (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) وفي كامل التاج.

- **دراسة تأثير السطح المدروس على مقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة:**

- تم إجراء اختبار تحليل التباين الأحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة القياسات التي أجريت في السطح الحنكي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الوحشي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الدهليزي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الأنسي في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة كما يلي:
- **إحصاءات وصفية:**

جدول رقم (6-4) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للسطح المدروس وطريقة التصنيع المتبعة.

المتغير المدروس	طريقة التصنيع المتبعة	السطح المدروس	عدد التيجان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون)	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	السطح الحنكي	10	19.50	3.77	1.19	12.50	26.67
		السطح الوحشي	10	58.00	16.39	5.18	30.00	76.67
		السطح الدهليزي	10	67.42	17.26	5.46	38.33	93.33
		السطح الأنسي	10	84.75	13.32	4.21	65.83	111.67
	طريقة النسخ اليدوي	السطح الحنكي	10	39.75	7.85	2.48	28.33	52.50
		السطح الوحشي	10	91.33	16.63	5.26	56.67	116.67
		السطح الدهليزي	10	104.75	25.84	8.17	56.67	142.50
		السطح الأنسي	10	116.42	19.37	6.13	85.00	135.83



مخطط رقم (5-4) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للسطح المدروس وطريقة التصنيع المتبعة.

- **نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي الجانب ANOVA:**

جدول (7-4) نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة القياسات التي أجريت في السطح الحنكي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الوحشي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الدهليزي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الأنسي في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة.

طريقة التصنيع المتبعة		مجموع المربعات	درجات الحرية	تقدير التباين	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	بين المجموعات	22851.25	3	7617.08	40.195	0.000	ثمة فروق دالة
	داخل المجموعات	6822.08	36	189.50			
	المجموع	29673.33	39				
طريقة النسخ اليدوي	بين المجموعات	34272.27	3	11424.09	33.091	0.000	ثمة فروق دالة
	داخل المجموعات	12428.26	36	345.23			
	المجموع	46700.54	39				

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0,05 مهما كانت طريقة التصنيع المتبعة (طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب، طريقة النسخ اليدوي)، أي إنه عند مستوى الثقة 95% يكون هناك فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين اثنتين على الأقل من مجموعات السطوح الأربعة المدروسة (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) ولمعرفة أي المجموعات تختلف عن الأخرى في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) تم إجراء المقارنة الثنائية بين كل زوج من مجموعات السطوح وفقاً لطريقة Bonferroni كما يلي:

- **نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:**

جدول (8–4) نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعات السطح المدروس في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة.

طريقة التصنيع المتبعة	مجموعة السطح (I)	مجموعة السطح (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	السطح الحنكي	السطح الوحشي	-38.50	6.16	0.000	**ثمة فروق دالة**
		السطح الدهليزي	-47.92	6.16	0.000	**ثمة فروق دالة**
		السطح الأنسي	-65.25	6.16	0.000	**ثمة فروق دالة**
	السطح الوحشي	السطح الدهليزي	-9.42	6.16	0.809	ليس هناك فروق دالة
		السطح الأنسي	-26.75	6.16	0.001	**ثمة فروق دالة**
	السطح الدهليزي	السطح الأنسي	-17.33	6.16	0.047	**ثمة فروق دالة**
طريقة النسخ اليدوي	السطح الحنكي	السطح الوحشي	-51.58	8.31	0.000	**ثمة فروق دالة**
		السطح الدهليزي	-65.00	8.31	0.000	**ثمة فروق دالة**
		السطح الأنسي	-76.67	8.31	0.000	**ثمة فروق دالة**
	السطح الوحشي	السطح الدهليزي	-13.42	8.31	0.691	ليس هناك فروق دالة
		السطح الأنسي	-25.08	8.31	0.028	**ثمة فروق دالة**
	السطح الدهليزي	السطح الأنسي	-11.67	8.31	1.000	ليس هناك فروق دالة

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0,05 عند المقارنة في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة السطح الوحشي ومجموعة السطح الدهليزي في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب، وكذلك عند المقارنة في مجموعة طريقة النسخ اليدوي بين مجموعة السطح الدهليزي وكل من مجموعة السطح الوحشي ومجموعة السطح الأنسي، أي إنه عند مستوى الثقة 95% لا يكون هناك فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين المجموعات المذكورة في عينة البحث.

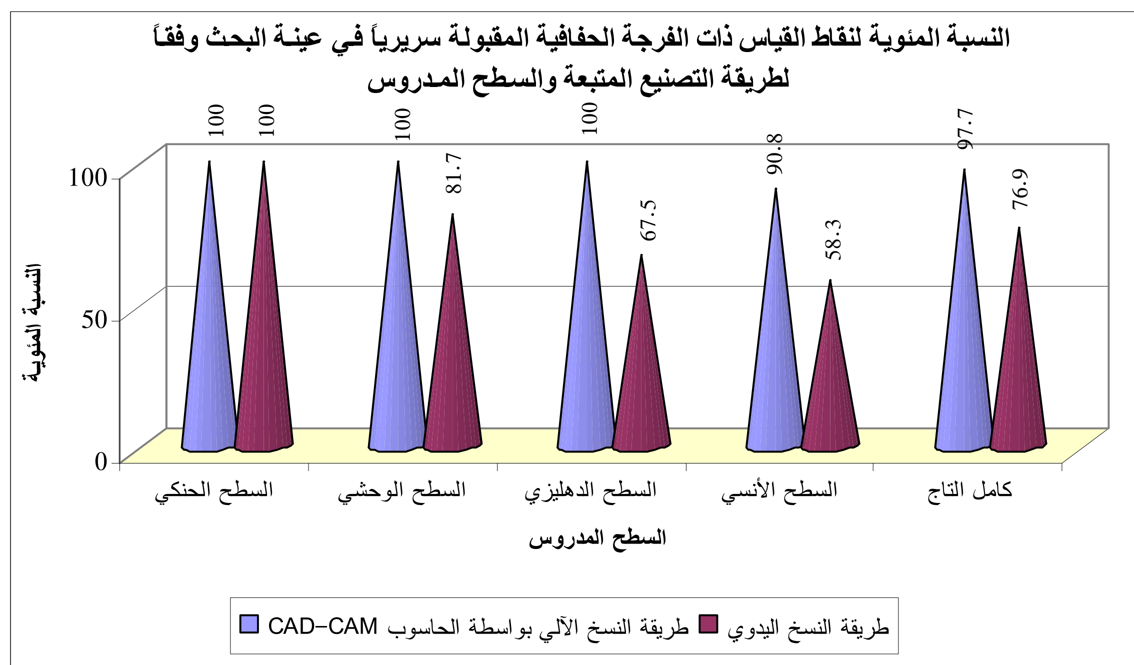
أما عن باقي المقارنات الثنائية فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0,05، أي إنـــه عند مستوى الثقة 95% يكون هناك فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الفرجـــة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعات السطح المعنية في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبريـــة للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة السطح الحنكـــي كانت أصغر منها في كل من مجموعة السطح الوحشي ومجموعة السطح الدهليزي ومجموعـــة السطح الأنسي مهما كانت طريقة التصنيع المتبعة، وكذلك نستنتج أن قيم مقدار الفرجة الحفافيـــة في مجموعة السطح الأنسي كانت أكبر منها في كل من مجموعة السطح الوحشـــي ومجموعـــة السطح الدهليزي في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM، ونستنتج أيضاً أن قيم مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة السطح الوحشي كانت أصغر منها في مجموعة السطح الأنسي في مجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث.

2 – دراسة نتائج التقييم السريري:

➢ نتائج التقييم السريري في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس:

جدول رقم (9–4) نتائج التقييم السريري في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس.

السطح المدروس	طريقة التصنيع المتبعة	عدد نقاط القياس			النسبة المئوية		
		غير مقبولة سريرياً	مقبولة سريرياً	المجموع	غير مقبولة سريرياً	مقبولة سريرياً	المجموع
السطح الحنكي	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	0	120	120	0	100	100
	طريقة النسخ اليدوي	0	120	120	0	100	100
السطح الوحشي	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	0	120	120	0	100	100
	طريقة النسخ اليدوي	22	98	120	18.3	81.7	100
السطح الدهليزي	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	0	120	120	0	100	100
	طريقة النسخ اليدوي	39	81	120	32.5	67.5	100
السطح الأنسي	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	11	109	120	9.2	90.8	100
	طريقة النسخ اليدوي	50	70	120	41.7	58.3	100
كامل التاج	طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	11	469	480	2.3	97.7	100
	طريقة النسخ اليدوي	111	369	480	23.1	76.9	100



مخطط رقم (6-4) يمثل النسبة المئوية لنقاط القياس المقبولة سريرياً في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس.

➢ **دراسة تأثير طريقة التصنيع المتبعة على تكرارات القبول السريري في عينة البحث وفقاً للسطح المدروس:**

- تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات القبول السريري بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، وذلك وفقاً للسطح المدروس كما يلي:
- **نتائج اختبار كاي مربع:**

جدول (10-4) نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات القبول السريري بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، وذلك وفقاً للسطح المدروس.

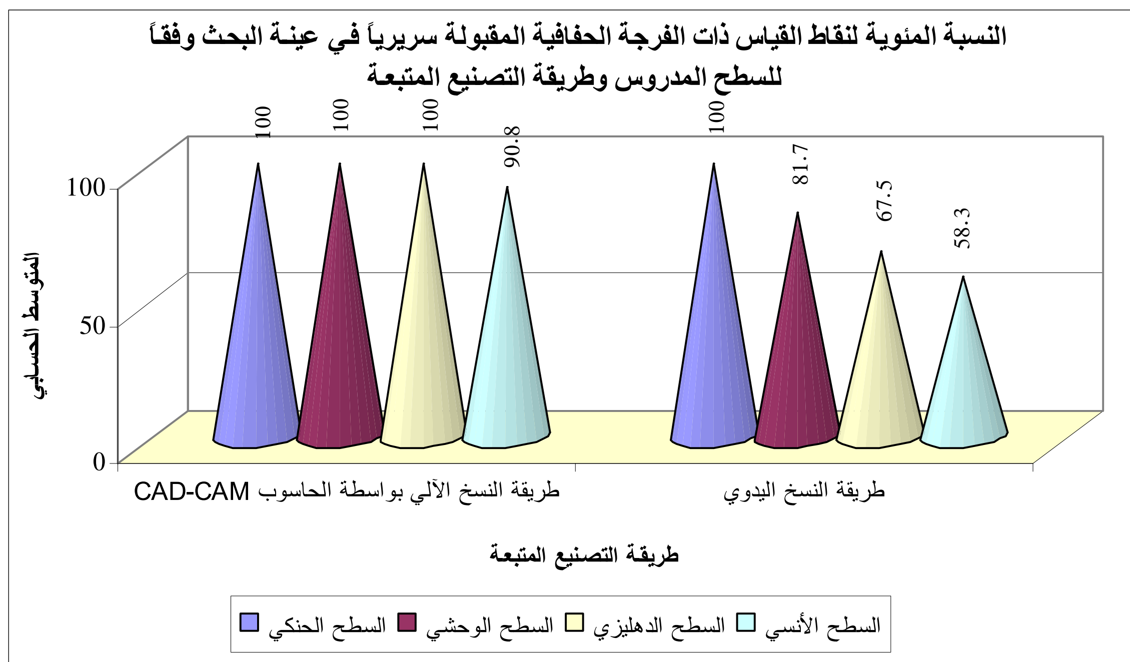
المتغيران المدروسان = القبول السريري × طريقة التصنيع المتبعة					
السطح المدروس	**عدد نقاط القياس**	**قيمة كاي مربع**	**درجات الحرية**	**قيمة مستوى الدلالة**	**دلالة الفروق**
السطح الحنكي	240	-	-	-	ليس هناك فروق دالة
السطح الوحشي	240	24.220	1	0.000	**ثمة فروق دالة**
السطح الدهليزي	240	46.567	1	0.000	**ثمة فروق دالة**
السطح الأنسي	240	33.432	1	0.000	**ثمة فروق دالة**
كامل التاج	960	93.900	1	0.000	**ثمة فروق دالة**

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0,05 في كل من مجموعات السطوح (السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) وفي كامل التاج، أي إنه عند مستوى الثقة 95% يكون هناك فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات القبول السريري بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي، وبالرجوع إلى جدول التكرارات والنسب المئوية الموافق يُلاحظ أن نسبة القبول السريري في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM كانت أكبر منها في مجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، وذلك في كل من مجموعات السطوح المدروسة (السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) وفي كامل التاج.

ولم يتم حساب كاي مربع الموافقة لمجموعة السطح الحنكي لأن مقدار الفرجة الحفافية كانت مقبولة سريرياً في جميع نقاط القياس في مجموعة السطح الحنكي مهما كانت طريقة التصنيع المتبعة، وبالتالي نقرر أنه ليس هناك فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات القبول السريري بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي، في مجموعة السطح الحنكي من عينة البحث.

➢ دراسة **تأثير السطح المدروس على تكرارات القبول السريري في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة:**

- تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات القبول السريري بين مجموعة القياسات التي أجريت في السطح الحنكي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الوحشي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الدهليزي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الأنسي في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة كما يلي:



مخطط رقم (7-4) يمثل النسبة المئوية لنقاط القياس المقبولة سريرياً في عينة البحث وفقاً للسطح المدروس وطريقة التصنيع المتبعة.

- **نتائج اختبار كاي مربع:**

جدول (11–4) نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات القبول السريري بين مجموعة القياسات التي أجريت في السطح الحنكي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الوحشي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الدهليزي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الأنسي في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة.

المتغيران المدروسان = القبول السريري × السطح المدروس					
طريقة التصنيع المتبعة	عدد نقاط القياس	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب	480	33.774	3	0.000	**ثمة فروق دالة**
طريقة النسخ اليدوي	480	66.787	3	0.000	**ثمة فروق دالة**

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0,05 مهما كانت طريقة التصنيع المتبعة (طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب، طريقة النسخ اليدوي)، أي إنه عند مستوى الثقة 95% يكون هناك فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات القبول السريري بين مجموعات السطوح الأربعة المدروسة (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي)، وبالرجوع إلى جدول التكرارات والنسب المئوية الموافق يُلاحظ أن نسبة القبول السريري في مجموعة السطح الأنسي كانت أصغر منها في باقي مجموعات السطوح المدروسة (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي) في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب، ويُلاحظ في مجموعة طريقة النسخ اليدوي أن نسبة القبول السريري في مجموعة السطح الحنكي كانت أكبر منها في باقي مجموعات السطوح المدروسة (السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) وأن نسبة القبول السريري في مجموعة السطح الوحشي كانت أكبر منها في كل من مجموعة السطح الدهليزي ومجموعة السطح الأنسي، وأن نسبة القبول السريري في مجموعة السطح الدهليزي كانت أكبر منها في مجموعة السطح الأنسي في عينة البحث.

ملاحظة: يمكن الرجوع إلى قيم مسافة الفرجة الحفافية المسجّلة (بالميكرون) للعيّنات جميعها في الجدول التوضيحي بالملحق صـ 133 .

الباب الخامس

المناقشة

Discussion

1-5 مناقشة مواد البحث وطرائقه

Discussion of material and methods

- تم استخدام ثنية علوية إكريلية وقد صُبَّت بعد تحضيرها بخليطة معدنية ؛ وذلك لمنع حدوث أيّ تشوه أو أذى أو تبدل في الحواف أثناء إجراء القياسات المتكررة لعينة البحث. **Shillingburg** استخدم في دراسته نموذجاً لسن فولاذي يمثل ثنية علوية.(107,103,18)

- من أجل توحيد المتغيرات المتعلقة بأبعاد السن المحضرة وشكلها تم فحص جميع التيجان على التوءم الرئيسي المعدني المفرد .(36,19)

- كانت مراحل العمل مشابهة قدر الإمكان للواقع السريري من حيث شكل التحضير وأبعاده والإجراءات المتعلقة بالطبعة وصبها، ووضع التاج وفحصه على التوءم الرئيسي وليس على المثال الجبسي .

- تم العمل على توحيد الشكل والثخانة للتيجان قدر الإمكان وقد كان ذلك سهلاً في العينة المصنعة بوساطة الكمبيوتر CAD/CAM وذلك من خلال المميزات التي يقدمها برنامج CAD.

- حسب Holmes وزملاؤه تم اعتماد الفرجة الحفافية المقاسة في هذه الدراسة على أنها المسافة المقاسة من أبعد نقطة محيطية من الزاوية الخارجية للكتف المحضرة إلى أبعد نقطة محيطية خارجية على السطح الداخلي للمرممة .(50)

- لم تلصق التيجان على التوءم الرئيسي أو الأمثلة الجبسية وذلك من أجل عدم إضافة متغيرات متعلقة بنوع الإسمنت وقوامه وطريقة تطبيقه مما يؤثر على نتائج الدراسة.(62,20)

.

- ❖ تم تثبيت التاج على التوءم الرئيسي بوساطة ملزمة صممت خصيصاً لهذا الغرض؛ مما يضمن انطباقاً جيداً للتاج على التوءم الرئيسي، بالإضافة إلى توحيد الضغط المطبق على التاج وذلك باعتماد شد برغي الملزمة بمقدار نصف دورة (180 درجة) من بداية تماس رأسه مع قاعدة التوءم المعدني. ولم تستخدم حلقات مطاطية كما في بعض الدراسات لتجنب إضافة متغيرات جديدة قد تنجم عن تغير مرونة المطاط.

- ❖ أثناء نزع طبعة المطاط حدث تشوه نتيجة صعوبة إخراج التوءم المعدني لذلك تم عمل شق في قاعدة التوءم المعدني من أجل مسكه وتسهيل إخراجه من المطاط ومنع أي تشوه.

- ❖ تراوح تعداد نقاط القياس حسب الدراسات لكل تاج من 4 إلى أكثر من 100 نقطة قياس(103,63) وفي هذه الدراسة تم تحديد 48 نقطة قياس كانت موزعة بالتساوي على السطوح الأربعة المدروسة لكل تاج (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) . بهدف معرفة تأثير طريقة التصنيع وفقاً للسطح المدروس.

- ❖ تم إجراء التقييم السريري لمقدار الفرجة الحفافية لكل نقطة من نقاط القياس المدروسة في عينة البحث وفقاً لدراسة Von fraunhofer وmclean التي تنص على جعل الفرجة الحفافية مقبولة سريرياً إذا كانت بمقدار 120 ميكروناً أو أقل.(79)

- ❖ تم إجراء جميع القياسات المطلوبة من قبل الشخص نفسه لتجنب أي تأثيرات تعود لعوامل شخصية .

- ❖ عند صنع التيجان الخزفية الكاملة من الزيركون :

إما عن طريق نحت التاج بشكل كامل من بلوكات الخزف وهذا مايعرف بطريقة المرحلة الواحدة Single-layer type(47)

أو عن طريق نحت قلب من بلوكات الخزف ثم بناء طبقات من الخزف فوقه وهذا ما يعرف بطريقة المرحلتين Double-layer type (96)

وقد تم اعتماد طريقة المرحلة الواحدة في هذه الدراسة وذلك لتجنب إضافة متغير جديد قد ينجم عن الخبز المتعدد ويؤثر على الانطباق الحفافي فقد أكدت بعض الدراسات أن التشوه الذي قد يحصل أثناء عملية بناء طبقات من الخزف فوق القالب الأساسي خلال مراحل تشكيل التاج بشكله النهائي يؤثر على الانطباق الحفافي .(121,48,20)
ويُعَدُّ هذا من مساوىء طريقة المرحلتين Double-layer type
بينما طريقة المرحلة الواحدة لا تتطلب مثل تلك الإجراءات المخبرية مما يؤدي إلى تحسن في انطباق الحواف .(85)

❖ في إطار هذه الدراسة تم استخدام الزيركون المثبت بإضافة أوكسيد الإتريوم (Y2O2 بنسبة 3% مول) إذ إن هذه النسبة تضمن لنا الحصول على أكبر حجم ممكن لحبيبات الزيركون(49)؛ مما يحسن الخواص الميكانيكية من دون تجاوز قيمة حدية (0,2 ميكرون)؛ لأن حبيبات الزيركون التي تفوقها حجماً تعاني من تحولات عفوية مؤذية من الشكل الرباعي إلى الأحادي . (77)

5-2 مناقشة نتائج البحث

Discussion of results

مناقشة مقدار الفرجة الحفافية :

كان متوسط مقدار الفرجة الحفافية على كامل التاج في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM : (57,42 ميكروناً)

بينما كان متوسط مقدار الفرجة الحفافية على كامل التاج في مجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث : (88,06 ميكروناً) .

وقد بينت نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث أن:

قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0,05 مهما كان السطح المدروس (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) وفي كامل التاج، أي إنه عند مستوى الثقة 95% يكون هناك فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM كانت أصغر منها في مجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، وذلك مهما كان السطح المدروس (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) وفي كامل التاج.

يمكن تفسير النتيجة التي تم الحصول عليها وهي أن قيم مقدار الفرجة الحفافيـــة فـــي مجموعـــة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM كانت أصغر منها في مجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث من خلال النقاط التالية :

- تتم عملية التفريز وفق نظام CAD/CAM بشكل أتوماتيكي بالكامل بينمـــا تـــتم عمليـــة التفريز بالنظام الثاني بشكل يدوي (يقوم الساعد الأول بالحركة وقراءة نموذج التعـــويض ويحرك معه الساعد الثاني الذي يقوم بتفريز القالب وفق قراءة النموذج).

- إن استخدام مادة الكومبوزيت في طريقة التصنيع اليدوية (بناء الهيكل ثم تصليبه بجهاز LIGHT CURE) يؤثر على دقة الانطبـــاق الحفـــافي نتيجـــة للـــتقلص التصـــلبي للكومبوزيت الذي يستمر لفترة بعد التصلب؛ إذ إن عملية التفريز وفق هذا النظام تنطلق من قالب الكومبوزيت نقطةَ بدء.
- برنامج CAD يساعد في ضبط الحواف بشكل جيد وتصميم التاج بشكل دقيق وتصحيح الأخطاء وضبط كل القياسات والأبعاد والسماكات بشكل دقيق بينما يتم ذلك في الطريقة الثانية بشكل يدوي ودون خيارات إضافية كما في النظام الأول .

- الطريقة اليدوية تحتاج إلى خبرة أكثر من قبل فني الأسنان بالإضافة إلى تعـــدد مراحـــل العمل وكثرتها .

- تأثير العامل الشخصي على دقة التصميم وضبط الحواف وفق نظام CAD/CAM محدود جداً .

مناقشة تأثير السطح المدروس على مقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة:

بينت نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة القياسات التي أجريت في السطح الحنكي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الوحشي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الدهليزي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الأنسي في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة أن :

قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0,05 مهما كانت طريقة التصنيع المتبعة (طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب، طريقة النسخ اليدوي)، أي إنه عند مستوى الثقة 95% يكون هناك فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين اثنتين على الأقل من مجموعات السطوح الأربعة المدروسة (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي).

نستنتج أن هناك تأثيراً واضحاً للسطح المدروس على مقدار الفرجة الحفافية.

وقد بينت نتائج المقارنة الثنائية بين مجموعات السطوح المختلفة بطريقة Bonferroni أن:

- قيم مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة السطح الحنكي كانت أصغر منها في كل من مجموعة السطح الوحشي ومجموعة السطح الدهليزي ومجموعة السطح الأنسي مهما كانت طريقة التصنيع المتبعة .
- عند المقارنة في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة السطح الوحشي ومجموعة السطح الدهليزي في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب و في مجموعة طريقة النسخ اليدوي تبين أنه عند مستوى الثقة 95% ليس هناك فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين المجموعات المذكورة في عينة البحث.

- قيم مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة السطح الأنسي كانت أكبر منها في كل من مجموعة السطح الوحشي ومجموعة السطح الدهليزي ومجموعة السطح الحنكي مهما كانت طريقة التصنيع المتبعة .

<u>يمكن تفسير ذلك كالتالي:</u>

يعود اختلاف النتائج السابقة إلى اختلاف زاوية ميلان التحضير التي تؤثر بشكل واضح في مقدار الفرجة الحفافية (72)

وذلك لأنه كلما صغرت زاوية ميلان التحضير ازداد مقدار الفرجة الحفافية (88)

وقد كانت زاوية ميلان التحضير للسطح الأنسي أصغر من باقي السطوح وزاوية ميلان التحضير للسطح الحنكي أكبر من باقي السطوح .

<u>سبب آخر:</u>

- فيما يتعلق بطريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب:

  كلما كانت زاوية ميلان التحضير أكبر كانت قراءة السطح من قبل جهاز المسح في نظام CAD/CAM أدق وأسهل وخالية من الأخطاء مما ينعكس على دقة ضبط الحواف وعملية التفريز وبالتالي على مقدار الفرجة الحفافية . ونظراً للشكل التشريحي للسطح الحنكي للثنية العلوية بعد التحضير(سطحي الارتفاع اللثوي والجزء المقعر) فإن ذلك يسهل قراءته في نظام CAD/CAM بمنتهى الدقة.

- فيما يتعلق بطريقة النسخ اليدوي : يعد السطح الحنكي عند تقنيي الأسنان من أسهل السطوح تشكيلاً بجهاز التفريز وضبطاً للحواف .

- **<u>مناقشة نتائج التقييم السريري في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة والسطح المدروس:</u>**

<u>أولاً :</u> مناقشة تأثير طريقة التصنيع المتبعة على تكرارات القبول السريري في عينة البحث وفقاً للسطح المدروس:

تم إجراء التقييم السريري لمقدار الفرجة الحفافية لكل نقطة من نقاط القياس المدروسة في عينة البحث وفقاً لدراسة Von fraunhofer وmclean التي تنص على جعل الفرجة الحفافية مقبولة سريرياً إذا كانت بمقدار 120 ميكروناً أو أقل.

- بينت نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات القبول السريري بين مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM ومجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، وذلك وفقاً للسطح المدروس أن :

نسبة القبول السريري في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM كانت أكبر منها في مجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث، وذلك في كل من مجموعات السطوح المدروسة (السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) وفي كامل التاج.

فقد بلغت النسبة المئوية لنقاط القياس المقبولة سريرياً في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM : (97,7 %)، بينما بلغت النسبة المئوية لنقاط القياس المقبولة سريرياً في مجموعة طريقة النسخ اليدوي :(76,9%) .

أما عن السطح الحنكي فإن مقدار الفرجة الحفافية كانت مقبولة سريرياً في جميع نقاط القياس مهما كانت طريقة التصنيع المتبعة .

ويمكن تفسير ذلك بالأسباب ذاتها التي تم فيها تفسير قيم مقدار الفرجة الحفافية إذ إن القبول السريري يتم على أساس قيمة الفرجة الحفافية ونظراً لكون السطح الحنكي يملك أقل القيم للفرجة الحفافية مهما كانت طريقة التصنيع فقد تم الحصول على النتيجة السابقة.

<u>ثانياً: مناقشة تأثير السطح المدروس على تكرارات القبول السريري في عينة البحث وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة:</u>

- بينت نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات القبول السريري بين مجموعة القياسات التي أجريت في السطح الحنكي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الوحشي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الدهليزي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الأنسي في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة التصنيع المتبعة أن :

- ➢ نسبة القبول السريري في مجموعة السطح الحنكي كانت أكبر منها في باقي مجموعات السطوح المدروسة (السطح الوحشي، السطح الدهليزي، السطح الأنسي) مهما كانت طريقة التصنيع .

- ➢ نسبة القبول السريري في مجموعة السطح الأنسي كانت أصغر منها في باقي مجموعات السطوح المدروسة (السطح الحنكي، السطح الوحشي، السطح الدهليزي) مهما كانت طريقة التصنيع .

- ➢ تساوي نسب القبول السريري في مجموعات السطوح المدروسة (الحنكي، الوحشي، الدهليزي) في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD-CAM. بينما اختلفت نسب القبول السريري بين سطح وآخر في مجموعة طريقة النسخ اليدوي .

ويمكن تفسير ذلك بغياب العامل الشخصي أثناء عملية التفريز التي تتم بشكل أتوماتيكي بالكامل في نظام CAD/CAM بينما يتدخل العامل الشخصي بشكل قوي في عملية التفريز بالطريقة اليدوية .

مقارنة مع الدراسات السابقة :

قد يكون من الصعب إجراء المقارنة مع الدراسات الأخرى للأسباب التالية :

- عدم اعتماد تعريف واضح وموحد ليعبر عن دقة الانطباق الحفافي بين الدراسات المختلفة .
- اختلاف طرق الدراسة وأجهزة القياس المستخدمة .(122)
- الاختلاف في عدد نقاط القياس وموقعها .(132)
- استخدام إسمنت التثبيت أو عدمه .(19)
- الاختلاف في شكل التحضير .(86)
- الاختلاف في العوامل الشخصية المتعلقة بتقنيي الأسنان .

وفيما يلي بعض هذه الدراسات :

❖ اختلفت هذه الدراسة مع دراسة Reich وزملائه عام 2005 فقد بلغ المتوسط الحسابي للفرجة الحفافية وفق نظام CAD/CAM (DIGI) 75 ميكروناً والمتوسط الحسابي للفرجة الحفافية وفق نظام (LAVA) بالطريقة اليدوية 65 ميكروناً؛ لأن مسح القالب في هذه الطريقة يتم بوساطة الحاسب الموصول إلى جهاز التفريز الخاص.(104)

❖ اختلفت هذه الدراسة مع دراسة Hertlein وزملائه عام 2003 فقد بلغت قيم الفرجة الحفافية (61 um ± 25 و 59 um ± 21)؛ لأن نقل المعلومات في هذا النظام كان يتم عبر الحاسب مباشرة إلى آلة التفريز .(55)

❖ اختلفت هذه الدراسة مع دراسة **Komine** وزملائه عام 2005 فقد بلغ المتوسط الحسابي لقيم الفرجة الحفافية (147,3ميكروناً).وفي الطريقة اليدوية اختلفت النتائج حسب مهارة التقني .(71)

❖ اتفقت هذه الدراسة مع دراسة **Ellingsen** وزملائه عام 2002 بجزء منها فقد قاموا بمقارنة دقة الانطباق الحفافي لتيجان الزيركونيوم المصنعة بنظام (CEREC 2) مع (CEREC 3D) وقد وجدوا في التقييم المخبري للانطباق الحفافي لنظام (CEREC 2) مع

(CEREC 3D) أن الانطباق الحفافي لتيجان (CEREC 3D) (47.5 ± 19.5 um) كــان أفضل بشكل ملحوظ مقارنة بـ (CEREC 2) (97.0 ± 33.8 um) وجميع النتــائج تقع ضمن المجال المقبول سريرياً.(32)

❖ اتفقت هذه الدراسة مع دراسة **Tinschert J** وزملائه عام 2001 فقد قاموا بــاجراء دراسة مخبرية لتقييم الانطباق الحفافي لأسنان خلفية معتمدة على الزيركونيا والألومينــا المصنوعة بنظام CAD/CAM (DCS Precident). وبقياس الانطباق الحفافي الذي كان بين 60 ــ 70 ميكروناً استنتجوا أن هذا النظام يلتقي مع طلب أن تكون قيمة الانطباق الحفافي دون 120 ميكروناً.(125)

❖ اتفقت هذه الدراسة مع دراسة **May** وزملائه عام 1998 فقد قــاموا بدراســة مقــدار الفرجة الحفافية للتيجان المصنعة وفق نظام (Procera / All Ceram) فكانت النتيجة أن متوسط الفرجة الحفافية تراوحت بين 54 الى 64 ميكروناً.(80)

❖

❖ اختلفت هذه الدراسة مع دراسة **Ariko** عام 2003 فقد قام بدراسة مخبريــة لمعرفــة مقدار الفرجة الحفافية لتيجان الزيركونيوم المصنوعة بنظــام (Cercon all - Ceram) فكانت القيمة هي 31,3 ميكروناً .(3)

❖ اختلفت هذه الدراسة مع دراسة **AUGUSTI** وزملائه عام 2007 فقد قاموا بدراسة الانطباق الحفافي لتيجان الزيركونيوم المصنعة وفق نوعين من خطوط الإنهاء شبه كتف وكتف و كان متوسط مقدار الفرجة الحفافية :

العينة الأولى (شبه كتف) 21±6µm

العينة الثانية (كتف مدورة) 11±6µm

وقد تم التوصل إلى أن كل القيم كانت ضمن المجال المقبول سريرياً ، وأن مجموعة الكتف المدورة أظهرت قيماً أصغر للفرجة الحفافية .(6)

- اختلفت هذه الدراسة مع دراسة **Besimo C** وزملائه عام 1997 فقد قاموا بدراسة مقدار الفرجة الحفافية لتيجان التيتانيوم وفق نظام (DCS Precident) ووجدوا أن:

قيم الانطباق الحفافي لكل التيجان المصنعة تراوحت بين 31,5 و47,0 ميكروناً.(16)

اتفقت هذه الدراسة مع دراسة **Nakamura** وزملائه عام 2003 بجانب واختلفت بجانب آخر إذ قاموا بدراسة تأثير عامل التصميم CAD (الفراغ المصمم بالكمبيوتر والمخصص لإسمنت التثبيت) وزاوية التقارب الإطباقية للدعامات على الانطباق الداخلي والحفافي . وقد توصلوا إلى أنه عندما تم ضبط الفراغ على 10 ميكرون كانت الفرجات الحفافية للتيجان أكبر مما كانت عليه عندما تم ضبطه على 30 أو 50 ميكروناً، وأن قيم الفرجات الحفافية كانت تتراوح بين 116 إلى 162 ميكروناً وتميل إلى الانخفاض كلما انخفضت زاوية التقارب الإطباقية للدعامة.(88)

الباب السادس

الاستنتاجات

Conclusions

بعد مناقشة نتائج البحث ومن خلال معطيات هذه الدراسة يمكن التوصل إلى الاستنتاجات التالية :

1. كان متوسط مقدار الفرجة الحفافية على كامل التاج في مجموعة طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAM/CAD : (57,42 ميكروناً)،بينما كان متوسط مقدار الفرجة الحفافية على كامل التاج في مجموعة طريقة النسخ اليدوي في عينة البحث : (88,06 ميكروناً) .
2. تميزت تيجان الزيركونيوم المصنعة بوساطة الحاسوب CAD/CAM بانطباق حفافي أفضل من التيجان المصنعة بالطريقة اليدوية .

3. من خلال هذه الدراسة تبين أن متوسط مقدار الفرجة الحفافية في طريقة النسخ الآلي بوساطة الحاسوب CAD/CAM وطريقة النسخ اليدوي يقع ضمن الحدود المقبولة سريرياً وفقاً لدراسة Von fraunhofer وmclean التي تنص على جعل الفرجة الحفافية مقبولة سريرياً إذا كانت بمقدار 120 ميكروناً أو أقل.

4. هناك تأثير واضح للسطح المدروس(حنكي ، دهليزي ، وحشي ،أنسي) على مقدار الفرجة الحفافية .

5. هناك تأثير لزاوية ميلان التحضير على مقدار الفرجة الحفافية؛ فكلما صغرت زاوية ميلان التحضير ازداد مقدار الفرجة الحفافية .

الباب السابع

المقترحات والتوصيات

Suggestions
&
Recommendations

1-7 مقترحات لأبحاث مستقبلية

Suggestions for further studies

1. إجراء دراسات لمقارنة دقة الانطباق الحفافي لتيجان الزيركونيـوم المصـنعة بطريقـة المرحلة الواحدة وبطريقة المرحلتين .

2. إجراء دراسات باتجاه توضيح تأير السطح المدروس على الانطبـاق الحفـافي لتيجـان الزيركونيوم .

3. إجراء مزيد من الدراسات باتجاه توضيح تأثير زاوية ميلان التحضير على مقدار الفرجة الحفافية .

4. إجراء دراسات باتجاه توضيح تأثير خبز الخزف فوق القلب المصنوع من الزيركونيوم على دقة الانطباق الحفافي .

5. إجراء دراسات باتجاه توضيح تأثير خشونة السطح على دقة الانطباق الحفـافي لتيجـان الزيركزنيوم .

6. إجراء دراسات لمقارنة دقة الانطباق الحفافي لتيجان الزيركونيوم المصـنعة بالطريقـة اليدوية وفق عدة أنظمة تجارية مختلفة .

2-7 التوصيات

Recommendations

1. استخدام تيجان الزيركونيوم المصنعة بوساطة الكمبيــوتر CAD/CAM لتفوقهــا فــي موضوع دقة الانطباق الحفافي ولكل المزايا التي سبق ذكرها .

2. الاهتمام بموضوع الانطباق الحفافي وضرورة التحقق منه لكونه حجر الزاوية في نجاح أي ترميم سني .

3. مواكبة المواد السنية الحديثة من خلال إجراء الأبحاث المخبرية والسريرية للتحقق مــن صحة الادعاءات التجارية حولها .

4. تأسيس مخبر للبحث العلمي في كلية طب الأسنان .

5. زيادة تثقيف الأطباء حول ميزات استخدام تقنية CAD/CAM لأن المستقبل واعد لهذه التقنية .

6. التأكيد على تقنيي الأسنان لتنفيذ كل المراحل بدقة متناهية نظــراً لحساســية موضــوع الانطباق الحفافي للعوامل الشخصية المتعلقة بتقنيي الأسنان .

الباب الثامن

المراجع

References

References

-A-

1.Anusavice KJ, Carroll JE, Effect of incompatibility stress on the fit of metal-ceramic crowns. J Dent Res 1987;66:1341-5.

2.Assif D, Antopolshi B, Helft M, Kaffe I. Comparison of method of clinical evaluation of the marginal fit of complete cost gold crown . J. Prosthet Dent ; 1985; 40: 20-24.

3.Ariko K. Evaluation of the marginal fitness of tetragonal zirconia polycrystal all ceramic restorations. Kokubyo Gakkai Zasshi. 2003;70:114-123.

4.Andersson M, Oden A. A new all-ceramic crown: a dense-sintered, high purity alumina coping with porcelain. Acta Odontol Scand 1993; 51: 59-64.

5.Andersson M, Carlsson L, Persson M, Bergmann B. Accuracy of machine milling and spark erosion with a CAD/CAM system. J Prosthet Dent 1996; 76: 187- 193.

6.AUGUSTI, G. AUGUSTI. Marginal Fit of Zirconia Crown-copings on Chamfer and Shoulder Preparations. J. Can. Dent. Assoc. 2007 ;65: 400–420.

-B-

7.Bader J, Rozier R, McFall W, et al. Effect of crown margins on periodontal conditions in regulary attending patients. J Prosthet Dent 1991;65:75.

8.Buchanan WT, Savre CW, Turner KA. The effect of repeated firings and strength on marginal distortion in two ceramometal systems. J Prosthet Dent 1981;45:502-506.

9.Buso L, Hilgert E, Neisser MP, Bottino MA. Marginal fit of electroformed copings before and after the coction of the porcelain. Braz J Oral Sci 2004;3:409-413.

10.Blackman R, Baez R, Barghi N. Marginal accuracy and geometry of cast titanium copings. J Prosthet Dent 1992; 67:435-40.

11.Boeckler AF, Sadler A, and Setz A . The significance of marginal gap and overextension measurement in the evaluation of the fit of complete crowns . J Contemp Dent Pract 2005;4:1-12.

12.Bindl A, Mormann WH. Survival rate of mono-ceramic and ceramic-core CAD/CAM generated anterior crowns over 2-5 years. Eur J Oral Sci.2004;112:197-204.

13.Burger W, Richter HG, Piconi C, Vatteroni R, Cittadini A, Boccalari M. New Y-TZP powders for medical grade zirconia. J Mater Sci Mater Med 1997;8:113–8

14.BRODBECK U.: The ZiReal post: A new ceramic implant abutment. J. Esthet. Restor. Dent. , 2003; 15: 10–23.

15.BOUDRIAS P., SHOGHIKIAN E., MORIN E., HUTNIK P.: Esthetic option for the Implant supported single-tooth restoration – Treatment sequence with a ceramic abutment. J. Can. Dent. Assoc. 2001 ;67: 508–514.

16.Besimo C, Jeger C, Guggenheim R. Marginal adaptation of titanium frameworks produced by CAD/CAM techniques. Int J Prosthodont. 1997;10:541-546.

17.Bindl, Windisch, &Mormann, Full–ceramic CAD/CIM anterior crowns and copings. 1999 Int J Computer Dent 2: 97 – 111.

18.Buchanan WT, Svare CW, Turner KA. The effect of repeated firings and strength on marginal distortion in two ceramometal systems. J Prosthet Dent 1981; 45: 502-506.

19.Beschnidt SM, Strub JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth. J Oral Rehabil 1999;26:582-593

20.Balkaya MC, Cinar A, Pamuk S. Influence of firing cycles on the margin distortion of 3 all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent 2005;93:346-355.

-C-

21.Christensen GJ. Marginal fit of gold inlay castings. J Prosthet Dent. 1966;16:297-305.

22.Carpentieri JR. Clinical protocol for an overdenture bar prosthesis fabricated with CAD/CAM technology. Pract Procedures Aesthet Dent. 2004;16:755-757.

23.COVACCI V., BRUZZESE N., MACCAURO G. ANDREASSI C., RICCI G. A., MARMO E : In vitro evaluation of mutogenic and carcinogenic power of high purity zirconia ceramic. Biomaterials1999; 20: 371–376.

24.Cottom BA, Mayo MJ. Fracture toughness of nanocrystalline ZrO2–3mol% Y2O3 determined by Vickers indentation. Scripta Mater 1996;34:809–14

25.Chevalier J, Deville S, Mu¨ nch E, Jullian R, Lair F. Critical effect of cubic phase on aging in 3mol% yttria-stabilized Zirconia ceramics for hip replacement prosthesis. Biomaterials 2004;25:5539–45.

26.Cales B. Colored zirconia ceramics for dental applications. In: LeGeros RZ, Legeros JP, editors. Bioceramics. New York: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.; 1998.

-D-

27.Dderich DN, Savre CW, Peterson LC, Turner KA. The effect of repeated firings on the margins of nonprecious ceramometals. J Prosthet Dent;1984;51:628-630.

28.Davis DR. Comparison of fit of two types of all-ceramic crowns. J Prosthet Dent 1988;59:12-6.

29.Dedmon H. Disparity in expert opinions on size of acceptable margin openings. Operative Dent1982;7:97-101.

30.Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. Curr Opin Dent 1991; 1: 150-154.

31.Deville S, Chevalier J, Gremillard L. Influence of surface finish and residual stresses on the ageing sensitivity of biomedical grade zirconia. Biomaterials 2006;27:2186–92.

-E-

32.Ellingsen LA, Fasbinder DJ. In vitro evaluation of CAD/CAM ceramic crowns. J Dent Res. 2002;81:331.

33.Ezatollah Jalalian et al: Evaluating the effect of a sloping and shoulder bevel on the marginal integrity of P.F. M Veneer Crowns. J. Contemp Dent –Pract 2008 February ; (9): 017-024.

-F-

34.Felton D, Kenoy B, Bayne S, et al. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. J Prosthet Dent 1991;65:357-364.

-G-

35.Grasso J, Nalbandian J, Sanford C, et al. Effect of restoration quality on periodontal health. J Prosthet Dent 1985;53:15.

36.Groten M, Girthofer S, Probster L. Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. J Oral Rehabil 1997;24:871-881.

37.Gemalmaz D, Alkumru NH. Marginal fit change during the porcelain firing cycles. J Prosthet Dent 1995;73:49–54.

38.Goldin EB, Biyd NW, Goldstein GR, Hittelman EL, Thompson VP. Marginal fit of lucite-glass pressable ceramic restorations and ceramic-pressed-to-metal restorarions. J Prosthet Dent 2005;93:143-147.

39.Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. J Prosthet Dent 1981;45:136-145.

40.Garvie RC, Nicholson PS. Phase analysis in zirconia systems. J Am Ceram Soc 1972;55:303–5.

41.GARVIE R. C., HANNINK R. H., PASCOE R. T.: Ceramic steel? Nature 1975 ;258: 703–704.

42.Green D, Hannink R, Swain M. Transformation toughening of ceramics. Boca Raton, FL: CRC Press; 1988.

43.Guo X. On the degradation of zirconia ceramics during low-temperature annealing in water or water vapor. J Phys Chem Solids 1999;60:539–46.

44.GUAZZATO M., PROOS K., QUACH L., SWAIN M. V.: Strength, reliability and mode of fracture of bilayered porcelain/zirconia (Y-TZP) dental ceramics. Biomaterials2004 ; 25: 5045–5052.

45.Groten M, Axmann D, Probster L, Weber H. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in vitro testing. J Prosthet Dent 2000;83:40-9.

46.Goodacre CJ, Campagni WV, Aquilino SA. Tooth preparations for complete crowns, an art form based on scientific principles. J Prosthet Dent 2001;85:363-76.

47.Grossman DG. Cast glass ceramic. Dent Clin North Am 1985; 29: 725-739.

48.Giordano RA. Dental ceramic restorative systems. Compend Contin Educ Dent 1996; 17: 779-794.

49.GROSS V,SWAIN MV.Mechanical properties and microstructure of sintered and hot isostatically pressed yttria-partially stabilized Zirconia .J.Aust .Ceram. Soc.1986;22:1-12.

-H-

50.Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Consideration in measurement of marginal fit. J Prosthet Dent 1989;62:405-8.

51.Hamaguchi H, Cacciatore A, Tueller VM. Marginal distortion of the porcelain-bonded-to-metal complete crown: an SEM study. J Prosthet Dent 1982;47:146-153.

52.Hung S/H, Hung K.S, Eick J.D, Choppell R, marginal fit of porcelain –fused to metal and two type of ceramic crown . J . Prosthet Dent 1990; 63: 20-36 .

53.HS, Shperling I, Helft M: An aid to evaluating the marginal fit of full crowns. Quintessence Int Report No. 1832, January 1980, p. 1.

54.Hunter AJ, Hunter AR. Gingival crown margin configurations: a review and discussion. Part 1: terminology andwidths. J Prosthet Dent. 1990;64:548-552.

55.Hertlein G, Kraemer M, Sprengart T, et al. Milling time vs. marginal fit of CAD/CAM manufactured zirconia restorations. J Dent Res. 2003;82:194.

56.Hikita K, Uchiyama Y. Studies on three dimensional measurement and

restoration of tooth crown form by CAD/CAM. J Jpn Prosthondont Soc 1989; 33(S82): 142.

57.Hickel R, Dasch W, Mehl A, et al. CAD/CAM-Fillings of the future? Int Dent J. 1997;47:247-258.

58.Hotta Y, Miyazaki T, Lee G, Kobayashi Y. Accuracy of the ceramic crown fabricated by the newly developed CAD/CAM system,. J Showa Univ Dent Soc1996; 16: 230-234.

59.HERTLEIN G., HOSCHELER S., FRANK S., ET AL.: Marginal fit of CAD/CAM manufactured all ceramic zirconia prosthesis. J. Dent. Res. 2001; 80: 42

60.Heuer AH, Lange FF, Swain MV, Evans AG. Transformation toughening: an overview. J Am Ceram Soc 1986;69:i–iv

61.Heuer AH, Claussen N, Kriven WM, Ruhle M. Stability of tetragonal ZrO2 particles in ceramic matrices. J Am Ceram Soc 1982;65:642–50.

62.Hilgert E, Buso L, Neisser MP, Bottino MA. Evaluation of marginal adaptation of ceramic crowns depending on the marginal design and the addition of ceramic. Braz J Oral Sci 2004;3:619-623.

63.Holmes JR, Sulik WD, Holland GA, Bayne SC. Marginal fit of castable ceramic crowns. J Prosthet Dent 1992;67:594-9.

-J-

64.Jalalian E, Jannati H, Mirzaei M. Evaluating the effect of a sloping shoulder and a shoulder bevel on the marginal integrity of porcelain-fused-to-metal (PFM) veneer crowns. J Contemp Dent Pract 2008:9:17-24.

-K-

65.Kerschbaum T. Practical test of crowns and inlays [Die praktische Bewںhrung von Krone und Inlay]. Dtsch Zahnaerztl Z 1981;36:243.

66.Kobayashi Y, Lee G, Hotta Y, Fujiwara N, Miyazaki T. Measuring accuracy of the shoulder of the crown abutment by using the experimentally developed laser digitizer, J Showa Univ Dent Soc 1999; 19: 158-162.

67.Kobayashi Y, Lee G, Hotta Y, Fujiwara N, Miyazaki T. The effect of proximal teeth on the digitizing accuracy of the shoulder margin of the crown abutment by a laser digitizer equipped in an experimentally developed CAD/CAM device. J Showa Univ Dent Soc 2000; 20: 158-164.

68.KOUTAYAS O. S., KERN M.: All-ceramic posts and cores: The state of the art. Quintessence Int. 1999; 30: 383–392.

69.KELLY J. R., TESK J. A., SORENSEN J. A.: Failure of all-ceramic fixed partial dentures in vitro and in vivo: analysis and modelling. J. Dent. Res. 1995; 74: 1253–1258.

70.KERN M., WEGNER S. M.: Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. Dent. Mater. 1998; 14: 64–71

71.Komine F, Gerds T, Witkowski S, Strub JR. Influence of Framework Configuration on the Marginal Adaptation of Zirconium Dioxide Ceramic Anterior Four-Unit Frameworks. Acta Odontologia Scandinavica 2005 Nov; 63(6):361-6.

72.Kay GW, Jablonski DA, Dogon IL. Factors affecting the seating and fit of complete crowns: a computer simulation study. J Prosthet Dent 1986;55:13-8.

-L-

73.Leinfelder KF, Isenberge BP, Essig ME. A new method for generating ceramic restorations: CAD/CAM system. J Am Dent Assoc. 1989;118,703-707.

74.Liu PR, Isenberg BP, Leinfelder KF. Evaluating CAD/CAM generated ceramic veneers J Am Dent Assoc. 1993;124:59-63.

75.Lampe K, Luthy H, Mörmann WH. Fracture load of allceramic computer crowns. In: Mörmann WH, ed. CAD/CAM in Aesthetic Dentistry, Cerec 10 Year Anniversary Symposium. Chicago, Il: Quintessence; 1996:463-482.

76.Laura Evans. Zircon. (2007). www.aboutgems.org/zircon.php

77.LANGE FF.Transformation Toughening,part III, Experimental observations in the Zro2-y2o3 System .J.Mater. Sci .1982;17:240-246.

-M-

78.Morris HF. Quantitative and qualitative evaluation of the marginal fit of cast ceramic, porcelain shoulder, and cast metal full crown margins. J Prosthet Dent 1992;67:198-203.

79.McLean JW, Von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. British Dental J 1971;131:107-11.

80.May KB, Russell MM, Razzoog ME, et al. Precision of fit: the Procera AllCeram Crown. J Prosthet Dent. 1998;80:394-404.

81.Mormann WH, Brandestini M, Lutz F, Barbakow F. Chair side computer-aided direct ceramic inlays. Quintessence Int 1989; 20: 329-339.

82.McLean JW. Perspectives of dental ceramics. In: McLean JW, ed. Dental Ceramics. Proceedings of the First International Symposium on Ceramics. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1984:13-40.

83.Miyazaki T, Hotta Y, Kobayashi Y, Lee G, Furuya A, Kawawa T. Characteristics of dental CAD/CAM system “Decsy” and clinical application. QDT 2000; 25: 34-41

84.Mormann &Schug. Accuracy of fit of CEREC 2 CAD/CAM inlays. 1997 JADA 128:47 −53

85.Mormann WH, Bindl A. The Cerec 3 — a quantum leap for computer-aided restorations: Initial clinical results. Quintessence Int 2000; 31: 699-712.

86.Martignoni M, SchÖnenberger A. Precision Fixed Prosthodontics: Clinical and Laboratory Aspects. Quintessence Publishing, Chicago, 1990, p 458,459.

-N-

87.Nikzad S, Azari A. A novel stereolithographic surgical guide template for planning treatment involving a mandibular dental implant. J Oral Maxillofac Surg 2008; 66: 1446-1454.

88.Nakamura T, Dei N, Kojima T, Wakabayashi K. Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all−ceramic crowns. Int J Prosthodont. 2003 May−Jun;16(3):244−8.

-O-

89.O’Neal SJ, Miracle RL, Leinfelder KF. Evaluating interfacial gaps for esthetics inlays. J Am Dent Assoc 1993;124:48-54.

90.Oden A, Andersson M, Krystek-Ondracek I, Magnusson D. Five-year clinical evaluation of Procera AllCeram crowns. J Prosthet Dent 1998; 80: 450-456.

-P-

91.Posselt A, Kerschbaum T. Longevity of 2,328 chairside Cerec inlays and onlays. Intl J Comput Dent. 2003;6:231-248.

92.Probster L. Four year clinical study of glass infiltrated, sintered alumina crowns. J Oral Rehabil. 1996;23:147-151.

93.Persson M, Andersson M, Bergman B. The accuracy of a high-precision digitizer for CAD/CAM crowns. J Prosthet Dent 1995; 74: 223-229.

94.PERSSON A., ANDERSSON M., ODEN A., ENGLUND G. S.: A three-dimensional evaluation of a scanner and touch-probe scanner. J. Prosthodont. 2006 ;95: 194–200.

95.PICONI C., MACCAURO G.: Zirconia as ceramic biomaterial. Biomaterials 1999 ;20: 1–25.

96.Probster L, Diehl J. Slip casting alumina ceramics for crown and bridge restorations. Quintessence Int 1992; 23: 25-31.

-Q-

97.Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: An in vitro evaluation. J Prosthet Dent 2004;92:250-257

-R-

98.Richter-Snapp K , Aquilino SA , Svare CW, Turner KA. Change in marginal fit as related to margin design, alloy type, and porcelain proximity in porcelain-fused-to-metal restorations. J Prosthet Dent 1988 ; 60:436-439.

99.Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: A

review of the literature. J Prosthet Den 2004; 92: 557-562.

100.Ruiz L, Readey MJ. Effect of heat-treatment on grain size, phase assemblage, and mechanical properties of 3mol% Y-TZP. J Am Ceram Soc 1996;79:2331–40.

101. Raigrodski AJ, Chiche GL. The safety and efficiency of anterior ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. J Prosthet Dent 2001; 86: 520-525.

102.RAIGRODSKI A. J., CHICHE G. J., POTIKET N., HOCHSTEDLER J. L., BILLIOT S: The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide–based ceramic fixed partial dental prostheses: A prospective clinical pilot study. J. Prosthet. Dent. 2006 ;96: 237–244.

103.Rinke S, Huls A, Jahn L. Marginal accuracy and fracture strength of conventional and copy-milled all-ceramic crowns. Int J Prosthodont 1995; 8: 303- 310

104.Reich S, Wichmann M, Nkenke E, Proeshel P. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial Dentures generated with three different CAD/CAM systems. European Journal of Oral Sciences. 2005 Apr; 113(2):174-179.

-S-

105.Schwartz N, Whitsett L, Berry T, et al. Unserviceable crowns and fixed partial dentures: lifespan and causes for loss of serviceability. J Amer Dent Ass 1970;81:1995.

106.Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. J Prosthet Dent 1990;64:18-24.

107.Shillinburg HT, Hobo S, Fisher DW. Preparation design and margin distortion in porcelain-fused-to-metal restoration. J Prosthet Dent 1973;29:276-8.

108.Strating H, Pameijer CH, Gildenhuys RR. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. Part I. J Prosthet Dent 1981;46:59-65.

109.Sato T, Wohlwend A, Scharer P, Marginal fit in a "shrink-free" ceramic crown system. Int J Periodont Rest Dent 1986;3:9-21.

110.Suárez, MJ, Villaumbrosia PG, Pradíes G, Lozano JF. Comparison of the marginal fit of procera allCeram crowns with two finish lines. Int J Prosthodont 2003;16:229–232.

111.Spieckerman H; Marginal fit of crowns and bridge Dtsh Zahnaerzit Z 1986: 41: 1015-1019.

112.Sorensen JA, Okamoto SK, Seghi RR, et al. Marginal fidelity of four methods of swaged metal matrix crown fabrication. J Prosthet Dent. 1992;67:162-173.

113.Sjogren G, Molin M, van Kijken JW. A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM-manufactured (Cerec) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. Int J Prosthodont. 2004; 17:241-246.

114.Sadoun M, Degrange M, Heim N. Dental ceramics. Part 2: the new ceramics. Journal de Biomateriaux Dentaires. 1987;3:61-69

115.Scotti R, Catapano S, D'Elia A. A clinical examination of In-Ceram crowns. Int J Prosthodont. 1995;8:320-323.

116.Shimakura M, Nagata T, Takeuchi M, Nemoto T. Retentive force of pure titanium konus telescope crowns fabricated using CAD/CAM system. DMJ 2008; 27: 211-215.

117.Subbarao EC. Zirconia-an overview. In: Heuer AH, Hobbs LW, editors. Science and technology of zirconia. Columbus, OH: The American Ceramic Society; 1981. p. 1–24.

118.Scott HG. Phase relationships in the zirconia–yttria system. J Mater Sci 1975;10:1527–35.

119.Sato T, Ohtaki S, Shimada M. Transformation of yttria partially stabilized zirconia by low-temperature annealing in air. J Mater Sci 1985;20:1466–70.

120.Suttor D, Hauptmann H, Schnagl R, Frank S, inventors; 3M Espe AG, assignee. Coloring ceramics by way of ionic or complex-containing solutions. March 23, 2004 US Patent 6,709,694.

121.Schwartz IS. A review of methods and techniques to improve the fit of cast restorations. J Prosthet Dent 1986; 56: 279-283.

122.Suliman F,Chai J , Jamson LM, Wozniak WT. A comparison of the marginal fit of In-ceram, IPS Empress and Porcera crowns. Int J Prosthodont 1997; 10: 478-484.

-T-

123.Tomita S, Shinya A, Gomi H, Matsuda T, Katagiri S, Sakamoto Y. Machining accuracy of CAD/CAM ceramic crowns fabricated with Repeated machining using the same diamond bur. DMJ 2005; 24: 123-133.

124.Tee-Khib N, Cheng AC, Lee H, Wee AG, Leong EW. The management of a completely edentulous patient using simultaneous maxillary and mandibular CAD/CAM-guided immediately loaded definitive implantsupported prostheses: a clinical report. J Prosthet Dent 2008; 99: 416-420.

125.Tinschert J, Natt G, Mautsch W, et al. Marginal fit of alumina- and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. Oper Dent. 2001;26:367-374.

-V-

126.VULT VON STEYERN P.: All-ceramic fixed partial dentures. Studies on aluminum oxide and zirconium dioxide based ceramic systems. Swed. Dent. J. 2005; 173: 1–69

-W-

127.Walton J, Gardner F, Agar J. A survey of crown and fixed partial denture failures: length of service and reasons for replacement. J Prosthet Dent 1986;56:416-421.

128.Wanserski DJ, Sobcsak KP, Monaco JG, McGivney GP. An analysis of margin adaptation of all porcelain facial margin ceramometal crowns. J Prosthet Dent 1986;56:289-292.

129.Weyns W, De Boever J. Radiographic assessment of the marginal fit of cast restorations. J Prosthet Dent 1984;51:485-489.

130.Wang RR, Andres CJ. Hemifacial microsomia and treatment options for auricular replacement: A review of the literature. J Prosthet Dent. 1999;82:197-204.

131.Williams RJ, Bibb R, Eggber D, Collis J. Use od CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. J Prosthet Dent 2006; 96: 96-99.

-Y-

132.Yeo IS, Yang JH, Lee JB. In vitro marginal fit of three all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent 2003;90:459-464.

-Z-

133.Zirconium, Zirkon Zahn, Move the World With Your Hands. Enrico Steger. www.zirkonzahn.com.

الباب التاسع

الملحق

Appendix